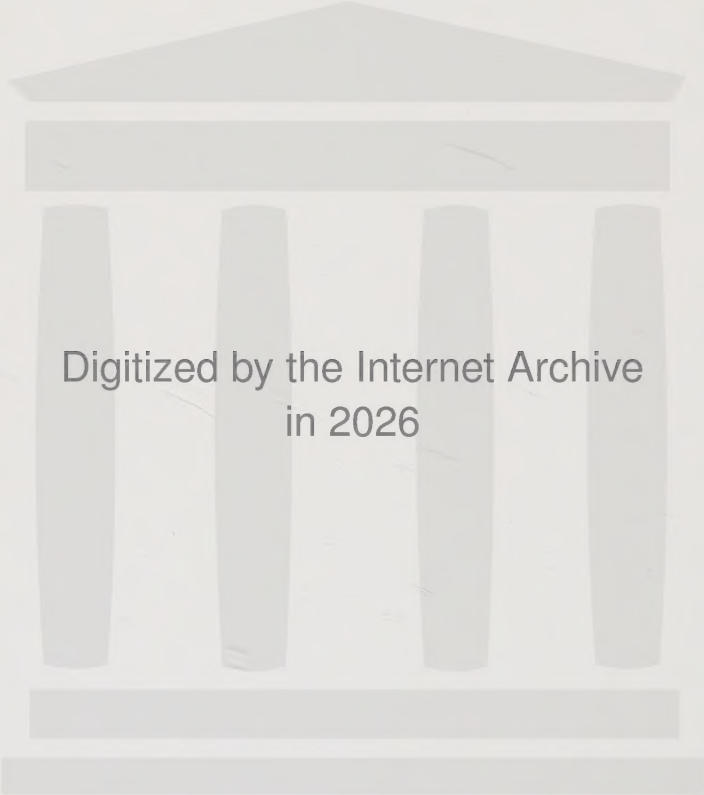


**SPEKTRALPHOTOMETRISCHE MESSUNGEN
AN ORGANGEFRIERSCHNITTEN
ZUR FETTGEHALTSBESTIMMUNG AN DER LEBER**

Eva Erhard

1979



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551922_0006

Aus dem Institut für gerichtliche Medizin und Ver-
sicherungsmedizin der Universität
München

Direktor: Professor Dr. med. Spann

SPEKTRALPHOTOMETRISCHE MESSUNGEN AN ORGANGEFRIER-
SCHNITTEN ZUR FETTGEHALTSBESTIMMUNG AN DER LEBER

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und

EINER HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

vorgelegt von

EVA ERHARD

geboren in München

München 1979

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. W. Spann

Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. E. Liebhardt

Dekan: Prof. Dr. med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 24. 4. 79



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
VORWORT	1
VORVERSUCHE	
1. Untersuchung der üblichen Fettfärbungen	2
2. Vermessung eines mikroskopischen Präparates	5
3. Bestimmung der vorläufigen Schnittdicke	6
4. Vergleich einer Fettleber	8
5. Färbe- und Differenzierungszeit von Nilblau und Sudanrot	8
6. Ergebnisse der Vorversuche	12
ENTWICKLUNG DER METHODE	
1. Entnahme des Präparates	14
2. Schneiden der Schnitte	14
3. Färben der Schnitte	16
4. Messen der Schnitte im Photometer	21
5. Bestimmung der Extinktionswerte	22
6. Spezifität der Sudan III Färbung	24
7. Vergleich Farbton - Wellenlänge	27
MATERIAL UND METHODE	
Wertetabelle, Fehlerquote	29
ERGEBNISSE	
I. EXTINKTIONSMESSUNG	
1. Normalverteilung	35
2. Altersverteilung	36
3. Geschlechtsverteilung	38
4. Todesursache / Überlebenszeit	40

II. LEBERGEWICHT

1. Wertetabelle	43
2. Mittleres Lebergewicht	45
3. Korrelation Lebergewicht / Körpergewicht	45
4. Altersverteilung Lebergewicht	47
5. Todesursache Lebergewicht	50

III. VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN

1. Wertetabelle	53
2. Lebergewicht / Extinktion	55
3. Organfarbe	56
4. Übergewicht	57

FETTLIEBERBESTIMMUNG NACH DER GEFUNDENEN METHODE

1. Normbereich	59
2. Vergleich mit dem Sektionsprotokoll	61
3. Arten der Leberverfettung mit Zuordnung von Fehlerquote und Extinktionswert	63

Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	68
---	----

Literaturangabe

Lebenslauf

V O R W O R T

Auf Grund von Arbeiten über die spektralphotometrische Hämoglobinbestimmung an Gewebeschnitten stellte sich die Frage, ob sich eine derartige Methode auch auf gefärbte Schnitte ausweiten ließe.

Insbesondere interessierte uns die Möglichkeit einer objektivierbaren Fettleiberbestimmung ausgehend von den gebräuchlichen mikroskopischen Färbemethoden, um die bisher übliche makroskopische Farbangabe durch ein standartisiertes Verfahren zu ersetzen.

Das Ergebnis dieser Extinktionsmessungen sollte weiterhin mit dem Lebergewicht und der Farbangabe im Sektionsprotokoll verglichen und eventuelle Zusammenhänge aufgedeckt werden.

V O R V E R S U C H E

1. UNTERSUCHUNG DER ÜBLICHEN FETTFÄRBUNGEN

Um die spektralphotometrischen Maxima und die Transmissionshöhe der in der Mikroskopie verwandten Fettfärbemittel zu bestimmen, wurden von allen in der Mikroskopie gebräuchlichen Fettfärbungen, Lösungen wie zu mikroskopischen Zwecken hergestellt.

Da "Romeis" bei verschiedenen Herstellern große Unterschiede in der Farbqualität angibt, wurden auch Grundstoffe mehrerer Firmen überprüft :

MERCK : Sudanschwarz B Art. 1387

MERCK : Nilblauschwarz Art. 1291

MERCK : Sudan Rot B Art. 1380

RIEDEL - DE HAEN AG, Seelze - Hannover :

Sudan III Reag. DAB 7 (R 441)

Aus diesen Substanzen wurden nach "Romeis" folgende Stammlösungen hergestellt :

SUDANSCHWARZ B

Lösung : Zur Herstellung der Lösung übergießt man 0,1 g Sudanschwarz mit 100 ml 70 %igem Alkohol und erhitzt zum Kochen. Nach Abkühlen wird filtriert.

1 %ige NITBLAULÖSUNG

fertige Lösung

ALKOHOLISCHE SUDANLÖSUNG NACH DADDI

Lösung : Man übergießt 0,2 - 0,3 g Sudan mit 100 ml heißem 70 %igem Alkohol und stellt unter öfterem Umschütteln gut verschlossen in den Paraffinofen. Nach einigen Stunden läßt man erkalten und filtriert.

KOLLOIDALE SUDANLÖSUNG NACH ROMEIS

Herstellung der Stammlösung : Je 1 g Sudan werden in einem Erlenmeyerkolben mit je 100 ml 80 %igem Alkohol übergossen. Nach aufsetzen eines Siederohres (Glasrohr von etwa 1,2 - 1,5 m Länge und 6 - 8 mm lichter Weite in durchbohrtem Korkstopfen) wird die Flüssigkeit in einem kochenden Wasserbad bis zum Sieden erhitzt. Hierauf läßt man den mit Gummistopfen verschlossenen Kolben bei Zimmertemperatur abkühlen und stellt ihn noch für 1/2 - 1 Stunde in fließendes Wasser; die am folgenden Tag vom Ungelösten abfiltrierte Lösung wird als Stammlösung in einem Kolben aus Jenauer Glas gut verschlossen aufbewahrt. Sie ist jahrelang haltbar.

Zum Färben wird diese Lösung mit der gleichen Menge Aqua dest. versetzt, 1/2 Stunde zentrifugiert und abfiltriert. Gut verschlossen ist diese Lösung 2-3 Wochen haltbar.

Die so hergestellten Farblösungen wurden in die üblichen Küvetten abgefüllt und solange mit Aqua dest. verdünnt, bis ihre Extinktion im messbaren Bereich lag.

Hier zeigte sich, daß Sudanschwarz wegen seiner hohen Farbtintensität und schwarzen Eigenfarbe eine nur geringe Transmission zuließ und deshalb für diese Art von Messungen ungeeignet ist.

Die Küvetten wurden in einem Beckmannphotometer bei maximaler Spaltweite im sichtbaren Bereich von 700 - 300 nm vermessen. Als Leerwert diente eine mit Aqua dest. gefüllte Küvette.

Für die einzellnen Lösungen ergaben sich folgende Maxima :

Lösung	Maximum
Merck: Sudan Rot B nach Daddi	498 nm
Riedel - De Haen AG: Sudan III	508 nm
Merck: Sudan Rot B kolloidale Lösung nach Romeis	506 nm
Sudanschwarz	592 nm
Nilblau	642 nm
Alkoholische Sudanlösung der Universitäts Apotheke	518 nm

Da sich für die Sudanlösungen recht unterschiedliche Werte ergaben, sollte in Zukunft bei jeder Messung das Maximum der Lösung und des Schnittes neu bestimmt werden. Als mögliche Färbemethoden kommen die Sudanrot und die Nilblau Färbung in Frage.

2 . VERMESSUNG EINES MIKROSKOPISCHEN PRÄPARATES

Ein gefärbter Schnitt wurde im Photometer vermessen. Es wurde wie bei einem mikroskopischen Präparat verfahren :

Als Schnittdicke wurden $90\text{ }\mu$ gewählt. Geschnitten wurde an einem Gefriermikrotom Marke Leitz Kryomat bei -25° C . Die Schnitte wurden in Aqua dest. entrollt, dann 30 min in der Sudanlösung gefärbt, 3 sek in 50%igem Alkohol gespült, in Aqua dest. gegeben und auf Deckgläser aufgezogen.

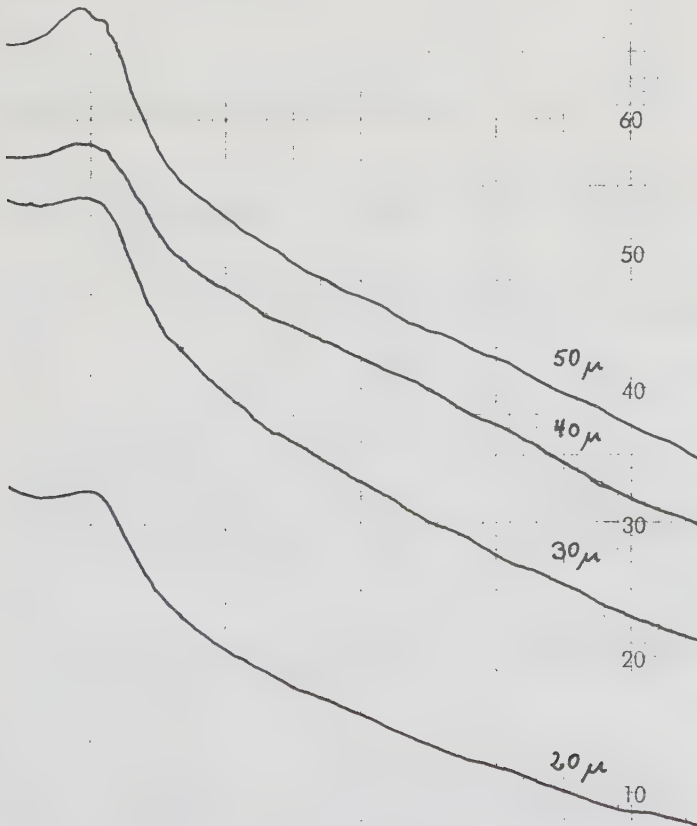
Einer dieser Schnitte wurde dann mit einem Tropfen Aqua dest. an den Küvettenschlitten des Beckmannphotometers geklebt. Als Leerwert diente ein ebenso befestigtes leeres Deckglas. Mit dem Schreiber wurde bei maximaler Spaltweite die Extinktion von 650 bis 350 nm aufgezeichnet.

Es ergaben sich Extinktionswerte von 2,080 bei 650 nm, ein Maximum von 2.480 bei 530 nm und ein Wert von 2.680 bei 350 nm.

Diese Messung zeigte, daß eine derartige Methode grundsätzlich möglich ist, daß ein brauchbares Maximum existiert und bei verringerter Schnittdicke die Extinktionswerte in einem geeigneten Bereich liegen würden.

3. BESTIMMUNG DER VORLÄUFIGEN SCHNITTDICKE

In den nächsten Versuchen wurde die optimale Schnittdicke ermittelt. Um möglichst gleichmäßige Dichte zu erhalten mußte man die Schnittdicke groß wählen, auf der anderen Seite sollte die Extinktion in einem sinnvollen Wertebereich, sicher unter 90μ , liegen. Es wurden deshalb Schnitte von 20μ , 30μ , 40μ und 50μ angefertigt.



Die Schnitte unter 40μ waren löchrig und ungleichmäßig, deshalb wählten wir als vorläufige Schnittdicke 40μ .

Die 40 μ Schnitte wurden dann mit Nilblau und Sudan-rot gefärbt und vermessen.

Die versuchsanordnung war folgende :

Es wurde ein ungefärbter Schnitt aufgezogen, er sollte als Leerschnitt verwendet werden.

Ein Schnitt wurde 30 min mit Sudan
 3 sek mit Alkohol

Ein Schnitt 5 min mit Nilblau
 30 sek mit 1% Essigsäure behandelt.

Vermessen wurde jeder Schnitt 2 mal. Einmal mit Vergleichswert Glas und einmal mit Vergleichswert Leerwert.

Es ergaben sich folgende Werte :

Sudan / Glas	650 nm	0,963
	530 nm Maximum	1,363
	350 nm	1,717
Sudan / Leerschnitt	650 nm	0,170
	530 nm Maximum	0,295
	350 nm	-
Nilblau / Glas	700 nm	1,248
	642 nm Max.I	1,618
	600 nm Max.II	1,708
	350 nm	1,985
Nilblau / Leerschnitt	700 nm	0,450
	642 nm Max.I	0,725
	600 nm Max.II	0,800
	350 nm	0,500

4. VERGLEICH EINER FETTLEBER

Diese Methode wurde an einem Fettleberpräparat angewandt und mit dem Präparat einer normalen Leber verglichen. Es ergaben sich erste Schwierigkeiten beim Schneiden der Fettleber, die bei der geringen Schnittdicke zerbröselte und sich sehr ungleichmäßig schneiden ließ.

Normale Leber	Fettleber
Nilblau / Schnitt	Maximum bei 642 nm
0.255	0.580 S-Nr. 1161
0.245 Max.II bei 600 nm	0.655 S-Nr. 1156
Sudan / Schnitt	Maximum bei 525 nm
0.125	0.300 S-Nr. 1161
	0.450 S-Nr. 1156

Es zeigten sich bei beiden Färbungen Unterschiede zwischen normaler und Fettleber. Bei der Nilblau-Färbung war das Maximum II bei 600 nm allerdings nur bei der unverfetteten Leber vorhanden.

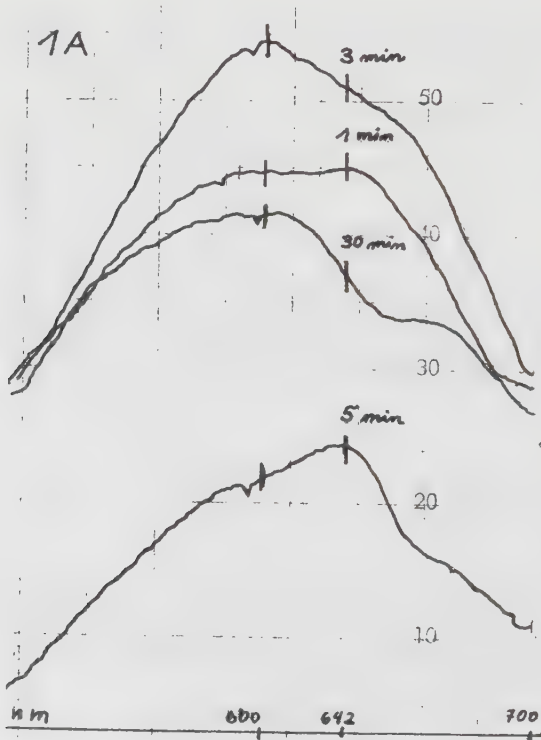
5. FÄRBE- UND DIFFERENZIERUNGSZEIT VON NILBLAU UND SUDANROT

Als nächstes wurde der Einfluß von Färbedauer und Differenzierungszeit auf die Schnitte untersucht. Von der Fettleber S-Nr. 1156 wurden 40 μ Schnitte angefertigt.

5 Schnitte wurden folgendermaßen gefärbt :

Nilblaulösung 1% : 1 min, 3 min, 5 min, 30 min, 90 min.
kurz Aqua dest. 30 sek 1% Essigsäure

Zeit	E bei 600 nm	E bei 632 nm
1 min	0.450	0.450
3 min	0.545	0.510
5 min	0.220	0.240
30 min	0.415	0.370
90 min	kein Wert, da zu intensiv gefärbt.	

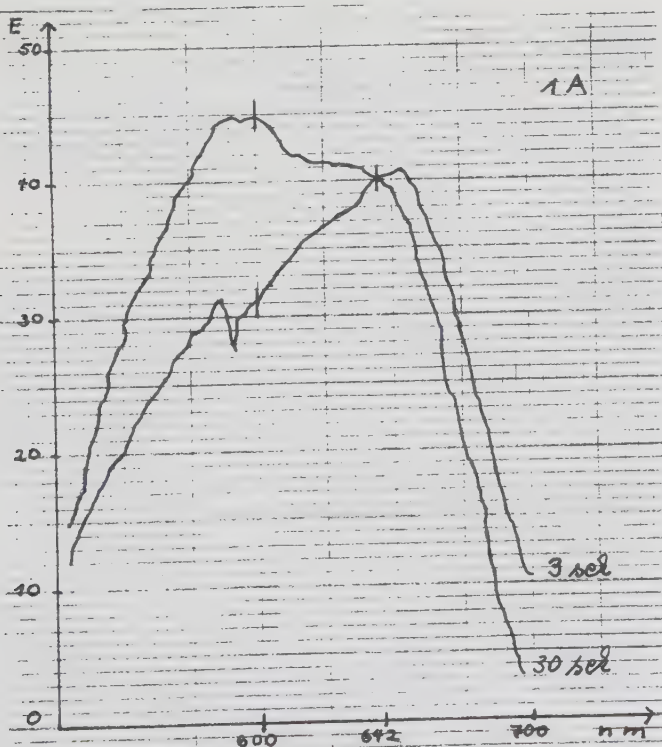


Nilblau 1%ige Lösung 5 min

kurz Aqua dest. 1% Essigsäure : 3 sek, 30 sek.

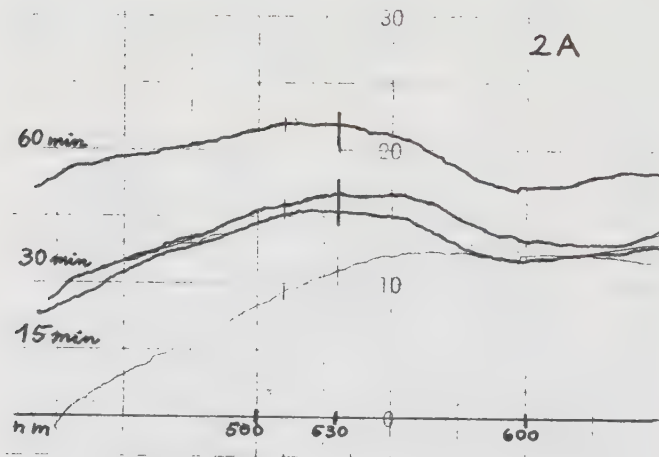
Zeit	E bei 600 nm	E bei 642 nm
3 sek	0.450	0.400
30 sek	0.315	0.400

Es zeigte sich, daß zwischen Einwirkzeit und Extinktionshöhe kein Zusammenhang besteht. Außerdem verschiebt die Einwirkdauer der Essigsäure die Maxima.



Sudan III : 15 min, 30 min, 60 min
 50 % Alkohol 3 sek, kurz in Aqua dest.

Zeit	E bei 530 nm
15 min	0.300
30 min	0.340
60 min	0.440



Bei der Sudanfärbung fand sich eine deutliche
 Abhängigkeit von Färbedauer und Extinktionswert.

6. ERGEBNISSE DER VORVERSUCHE

Aus den in den Vorversuchen erworbenen Erkenntnissen wurde folgendes Verfahren entwickelt:

Entnahme des Präparates aus dem oberen Teil der Leberkuppel möglichst ohne größere Gefäße.

Schneiden mit dem Gefriermikrotom bei einer Objektstichtemperatur von -25°C .

Die Schnittdicke von 40μ wollten wir noch einmal überprüfen, da sich beim Schneiden von Fettlebern Schwierigkeiten ergaben.

Färben der Schnitte mit Sudan III, wofür wir die optimale Färbemethode noch finden wollten. (Siehe Erläuterung I)

Aufziehen der Schnitte auf Deckgläser.

Vermessen der Schnitte im Photometer, bei maximaler Spaltweite von 600 bis 350 nm, Chart 2 inch / min, 100 nm / min, Span 2 A.

Als Vergleichswert wird ein leeres Deckglas verwandt. Die Maxima werden jedesmal neu aus der Kurve bestimmt.

Beim Aufzeichnen der Extinktionskurven mit dem Schreiber ergaben sich erhebliche Schwierigkeiten.

Wegen der unterschiedlichen Dichte der Schnitte im Vergleich zu der größeren Homogenität von Lösungen und den sich hieraus ergebenden Schwankungen der Extinktionswerte wurde der Schreiber unruhig und der Kurvenverlauf gezackt.

Durch die Wahl der Spannweite von 2 A wurde die Kurve gleichmäßiger und durch die getrennte Messung von Farbschnitt und Leerwert reduzierten sich die Schwankungen auf die Hälfte.

Außerdem ergaben sich innerhalb eines Schnittes Schwankungen des Extinktionswertes je nach Gefäßverteilung und Dichte. Aus diesem Grunde ist es unbedingt erforderlich, immer die gleiche Stelle innerhalb eines Schnittes zu vermessen und mit der gleichen Stelle der anderen Schnitte zu vergleichen. Weiter sollte man jeweils nur 2 Schnitte anfertigen und vermessen um schon durch eine geringe Anzahl von Rohschnitten dafür zu sorgen, daß eng aufeinander folgende Schnitte verwandt werden. Dies ist besonders in Bezug auf den Leerwert wichtig.

Erläuterung I : Bei den Vorversuchen erwies sich die Nilblaufärbung als ungeeignet, weil sich

1. kein Zusammenhang zwischen Einwirkdauer und Extinktionshöhe nachweisen ließ,
2. die Differenzierung in Essigsäure zu unterschiedlich Farbe aus den Schnitten löst (große Farbwolken)
3. die Einwirkdauer der Essigsäure die Maxima verschiebt,
4. die beiden Maxima nicht bei allen Schnitten vorhanden sind,
5. die für mikroskopische Zwecke verwandte Nilblaulösung sehr farbintensiv ist und stark verdünnt werden muß.

ENTWICKLUNG DER METHODE

1. ENTNAHME DES PRÄPARATES

Bei den Sektionen wurde wie für die Histologie ein Stück Leber aus dem oberen Teil der Leberkuppel entnommen. Es sollte ein Quader von ungefähr $2 \times 2 \times 1,5$ cm Kantenlänge sein, der nicht von größeren Gefäßen durchzogen werden durfte. Dieses Gewebestück wurde ca. 14 Stunden in Formalin fixiert.

Um die Veränderungen, die sich durch die Länge der Einwirkzeit von Formalin an den Schnitten ergeben, zu untersuchen, wurden die Lebern von Sektion 1156 / 78 und 1152 / 78 nach 5 Tagen Formalin Liegedauer nochmals gemessen.

S-Nr.	E Werte v. 23. 8. 78	v. 28. 8. 78
1156/78	0.192	0.104
1152/78	0.104	0.064

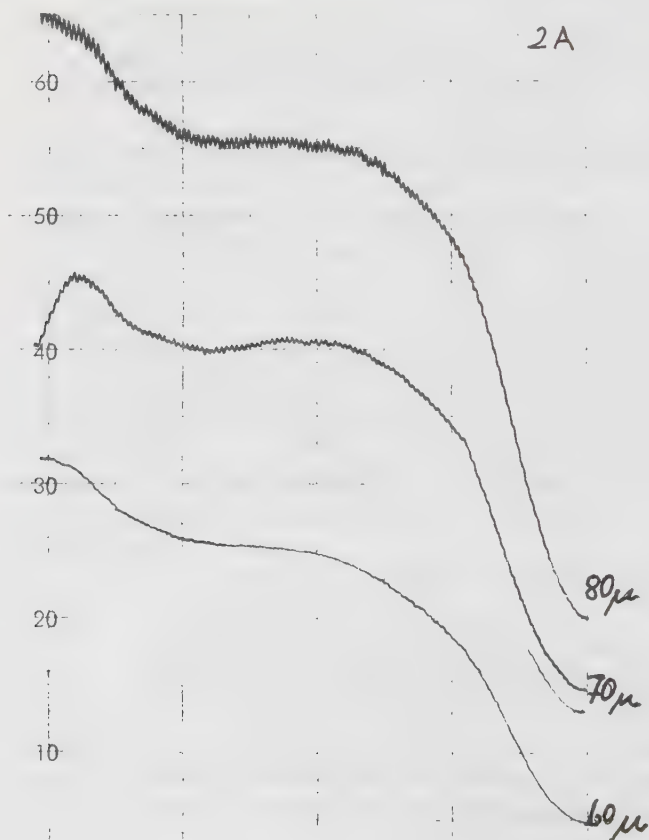
Durch eine 5 tägige Liegedauer in Formalin werden ca. 40% des Fettgehalts aus der Leber herausgelöst. Es empfiehlt sich also die Präparate so kurz wie möglich in Formalin zu fixieren.

2. SCHNEIDEN DER SCHNITTE

Die Präparate wurden nochmals auf Deckglasgröße zusammengeschnitten und dann auf dem Objektisch des Gefrieremikrotoms auf -25°C abgekühlt.

Die ideale Schnittdicke der normalen Leber wäre bei 40μ gelegen. Da aber bei unseren Messungen

der Schwerpunkt auf Fettlebern, die in ihrer Konsistenz sehr viel weicher sind, liegen würde, mußte die Schnittdicke noch einmal neu ermittelt werden. Es wurden also Schnitte von 60μ , 70μ und 80μ hergestellt, 2 Stunden in Sudan gefärbt, 3 sek. in 50% Alkohol gespült, dann kurz in Aqua dest. gegeben und auf Deckgläser aufgezogen. Diese Schnitte wurden im Photometer bei maximaler Spaltweite von 600 bis 400 nm vermessen. Da die Extinktionsschwankungen bei Schnitten von 70μ gerade noch zu tolerieren waren, wurde diese Schnittdicke gewählt.



3. FÄRZEN DER SCHNITTE

Als nächstes stellte sich die Frage der Standardisierung der mikroskopischen Färbemethode. Zuerst sollte der Zeitpunkt der maximalen Farbsättigung ermittelt werden. Das Versuchsmodell war folgendermaßen :

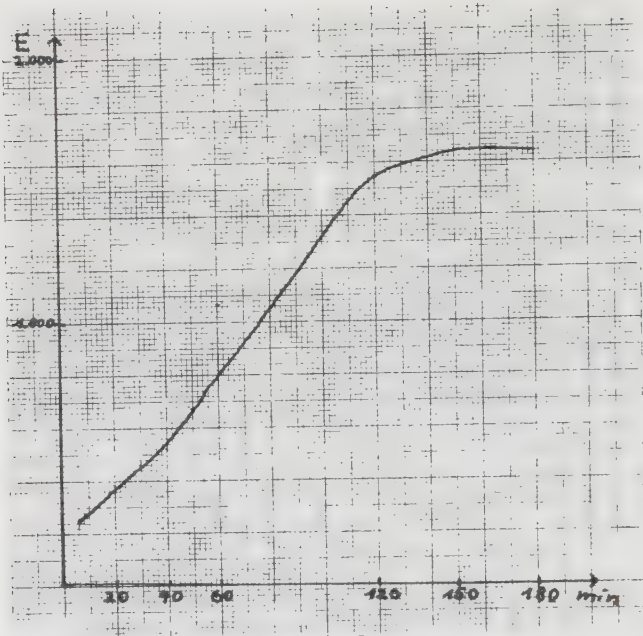
Es wurden jeweils 2 Schnitte angefertigt. Ihre Färbedauer in Sudan sollte variiert werden:

5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 120, 150, 180 min.

Dann 3 sek. in 50% Alkohol, kurz in Aqua dest., aufgezogen und gegen Glas bei Maximum 530 nm gemessen. Der ungefärbte Leerschnitt wurde extra vermessen und sein Extinktionswert von den anderen Werten subtrahiert.

Es ergaben sich folgende Werte:

Zeit	E 1	E 2	$\bar{x}$
5	0.172	0.253	0.212
10	0.368	0.320	0.344
20	0.327	0.430	0.378
30	0.500	0.413	0.456
40	0.473	0.538	0.505
50	0.670	0.684	0.677
60	1.035	1.117	1.076
120	1.570	1.480	1.525
150	1.630	1.643	1.636
180	1.590	1.620	1.605



Aus dem Kurvenverlauf zeigt sich, daß nach 150 min die maximale Farbsättigung erreicht ist. Der zweite Teil der Färbemethode, das Spülen in Alkohol wurde als nächstes variiert. Es sollte geprüft werden, ob die Konzentration oder Einwirkdauer des Alkohols das Ergebnis beeinflußt.

Kaufmann und Lehmann wiesen nach, daß 70%ige alkoholische Sudanlösung 25% der Fettsäuren, 40%ige alkoholische Lösung dagegen nur 1,5% der Fettsäuren aus den Schnitten lösen. Die Einwirkdauer des Alkohols nach 20 min, 8 und 24 Stunden gemessen, bewirkte keine Veränderung. (Lit. Ang. 1)

Obwohl Heute in der Mikroskopie nur noch 40%ige alkoholische Sudanlösung verwandt wird, interessierte die fettlösende Wirkung des Differenzierungsmittels Alkohol, es wurde 50%iger und 30%iger Alkohol verglichen.

Eine Fettleber wurde wie folgt behandelt:

2 Std. Sudan III, 50% Alkohol variierte Einwirkdauer
Maximum bei 530 nm

Leerwert: E 1 2.055 E 2 1.540 L_m 1.800

Zeit	E 1	E 2	X	L_m	$X - L_m$
kein Alkohol	2.489	1.819	2.154	1.800	0.354
3 sek	2.503	2.595	2.549	1.800	0.749
10 sek	2.581	2.337	2.462	1.800	0.662
1 min	2.690	2.135	2.412	1.800	0.612
10 min	2.670	2.222	2.446	1.800	0.646

Zwischen alkoholischer Einwirkzeit und Extinktionswert ließ sich kein Zusammenhang nachweisen.

2 Std. Sudan III, 30% Alkohol

10 sek	2.214	2.540	2.377	1.800	0.577
10 min	2.180	2.630	2.405	1.800	0.605

Es ließ sich nachweisen, daß weder höhere Konzentration, noch längere Behandlung mit Alkohol zu einer Verminderung des Extinktionswertes führen.

Die Werte liegen alle innerhalb des gleichen Bereiches. In diesem Bereich schwanken auch die einzelnen Schnitte je nach Dichte der gemessenen Stelle.

Dies zeigt sich bei den Extinktionswerten des Leerschnittes besonders deutlich und stellt einen Mangel der Methode an Objektivität dar. Um diesen Fehler in Zukunft zu vermeiden wurde eine Methode zur Bestimmung von Leer- und Extinktionswertes aus einer Kurve des gleichen Schnittes entwickelt. (siehe S. 22)

Auf diese Weise wurde mit der Leber von Sektion 1161/78 verfahren. Sie wurde 2 Stunden in Sudan III gefärbt, 3 sek. und 20 min in 50%igen Alkohol gelegt und anschließend gemessen. Beide Werte waren identisch.

3 sek. $E = 0.136$ 20 min $E = 0.136$

50%iger Alkohol löst also unmessbar kleine Mengen Fett aus den Schnitten und beeinflusst bei dieser Methode das Messergebnis nicht.

Ein weiterer Fehler könnte durch die mechanische Herauslösung von Substanzen im Färbegrad entstehen.

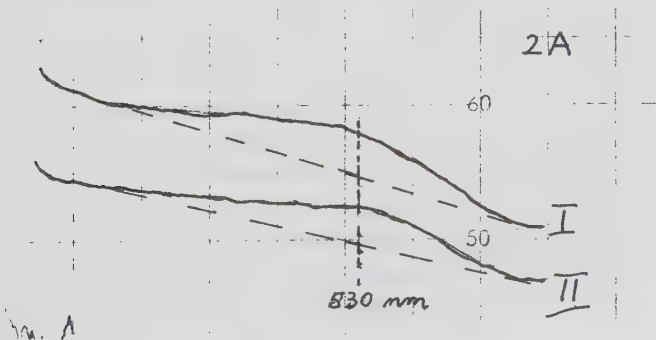
Kaufmann und Lehmann: " Zur Handhabung des Färbens bleibt noch hervorzuheben, daß das Arbeiten in Alkohol oder anderen fettlösenden Medien immer die Gefahr mit sich bringt, daß das Fett infolge der feinen Verteilung aus dem Schnitt rasch

herausgelöst wird. Auf jeden Fall ist das Hin- und Herbewegen der Schnitte mit der Pinzette auch in den Spülbädern unbedingt zu vermeiden, weil dadurch die im Gewebe nur lose hängenden Stoffe mechanisch herausgeschleudert werden, so daß sich unter dem Mikroskop leicht ein entstelltes Bild darbieten kann. Man läßt tunlichst den Schnitt im Färbe- oder Spülbade ruhig liegen und den Farbstoff langsam sich niederschlagen, bzw. in den Spülbädern für Beize sowohl wie für Farbstoff langsam heraus diffundieren." (Lit. Ang. 2^{te})

Um diese Aussage auf unsere Methode bezogen zu überprüfen wurde ein Leberschnitt der Sektion 1152/78 normal vermessen, ein zweiter wurde im Färbebad und 50%igem Alkohol mit einer Pinzette öfter heftig hin- und herbewegt.

E normal behandelter Schnitt : 0.064 I
E hin- und herbewegter Schnitt: 0.040 II

Da sich der Extinktionswert um ein Drittel verminderte ist darauf zu achten die Schnitte möglichst wenig hin- und her zu bewegen.



4. MESSEN DER SCHNITTE IM PHOTOMETER

Die Schnitte wurden in einem Beckmanphotometer mit gleichzeitiger Schreiberregistrierung vermessen. Wegen der geringen Transparenz und Inhomogenität der Schnitte wurde die Spaltbreite auf weit gestellt.

Die Extinktion wurde von 600 bis 350 nm gemessen, der Papiervorschub betrug 2 inch/min, 100 nm/min. Die Spannweite wurde auf 2 A festgelegt, da hierbei die Extinktionsschwankungen den Kurvenverlauf am wenigsten beeinträchtigten.

Die auf Deckgläser aufgezogenen Schnitte wurden mit einem Tropfen Aqua dest. vorne an den Objektschlitten geklebt.

Es wurde besonders darauf geachtet bei allen vier Vergleichsschnitten immer dieselbe Stelle zu vermessen. Dies geschah indem wir zunächst bei allen 4 Schnitten die geeignetste Stelle aussuchten und dann den Schnitt auf dem Objektschlitten solange verschoben, bis diese Stelle den Strahlengang bedeckte.

Es wurden jeweils ein Leerschnitt und drei gefärbte Schnitte vermessen.

Weil der Schreiber durch die hohen Transmissionschwankungen der inhomogenen Gewebeschnitte bei jedem Probenwechsel sehr unruhig wurde und jedesmal einige Zeit verging bis mit den Messungen begonnen werden konnte, wurde besonders darauf geachtet die Schnitte ruhig und langsam in den Strahlengang zu bringen.

5. BESTIMMUNG DER EXTINKTIONSWERTE

Nachdem sich in den Vorversuchen gezeigt hat, daß durch Messungen an verschiedenen Stellen ein und desselben Schnittes jeder beliebige Extinktionswert erhalten werden kann, daß selbst bei genauerstem Aufsuchen der gleichen Stelle am gleichen Schnitt die Werte nur sehr selten identisch waren, und daß sich dieser Fehler bei einer Subtraktion von Leerwert und Probe noch vergrößerte, galt es eine objektivere Form der Auswertung zu finden.

Bei der Übereinanderregistrierung von Leerschnitt und gefärbten Schnitt fiel auf, daß beide Kurven parallel verliefen, wobei der Kurve des gefärbten Schnittes ein Maximum aufgesetzt ist. (Siehe Abb.)

Dieses Maximum beginnt bei 590 nm, erreicht seinen höchsten Wert bei 530 nm und kehrt bei 450 nm auf die Grundlinie zurück. Der erhöhte Kurvenverlauf stellt den eigentlichen Unterschied zwischen beiden Kurven dar.

Die allgemein erhöhte Tendenz im Kurvenverlauf entspricht dem überall in den Zellen hängenden Farbstoff und der Gefäßverteilung innerhalb des Schnittes. Deshalb läßt sich das Extinktionsmaximum am genauersten bestimmen, wenn man dem Farbschnitt seinen allgemeinen Kurvenverlauf als Leerwert zu Grunde legt.

Da der Kurvenverlauf der ungefärbten Schnitte in diesem Extinktionsbereich in etwa einer ansteigenden Gerade entspricht, wurde von 590 nm bis 450 nm eine Gerade an die Kurve gelegt. Die Extinktionshöhe dieser Geraden wurde bei 530 nm

mit der Extinktionshöhe der Kurve verglichen und die Strecke in mm ausgemessen. Dieser Wert entspricht dem Extinktionsunterschied und ist ein Maß für den Fettgehalt der Leber.

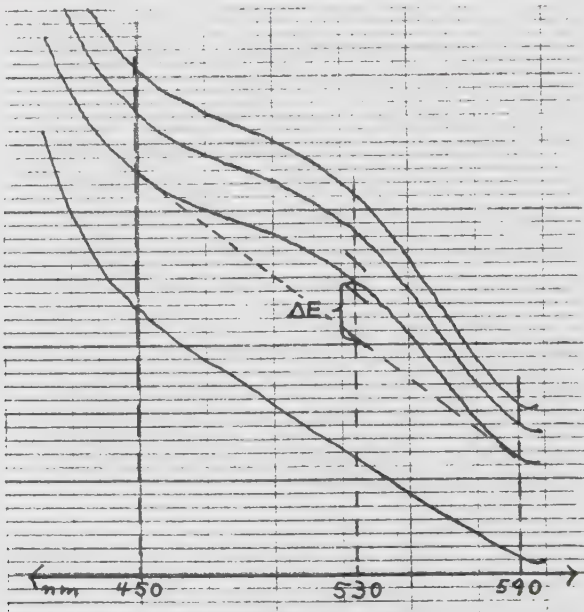
Durch dieses Verfahren ließen sich bei gleichmäßig verfetteten Lebern sehr genaue Werte erzielen. Die 3 vermessenen Schnitte unterscheiden sich kaum in ihren Extinktionswerten und es war darüberhinaus egal welche Stelle vermessen wurde.

1 mm entspricht bei diesem Papier und einer Spannweite von 2A einem Extinktionswert von 0.008.

Berechnungsbeispiel für Sektion 1170/78:

E : 11mm = 0.088; 11mm = 0.088; 10mm = 0.080

Bei dieser Leber eines 1 Monat alten Säuglings waren mikroskopisch 60% der Zellen kleintröpfig verfettet.



6. Spezifität der Sudan III Färbung

Die Frage nach der Spezifität der gebräuchlichen Fettfärbungen war die Grundlage mehrerer Arbeiten von Kaufmann und Lehmann. Sie kamen zu folgenden Ergebnissen: (Lit. 3)

I Gesättigte Fettsäuren.

Buttersäure, Valeriansäure, Capronsäure, Laurinsäure, Propionsäure, Myristinsäure, Palmitinsäure, Stearinsäure, Cerotinsäure, Glykolsäure, Milchsäure.

Ergebnis: Infolge ihrer Löslichkeit entziehen sich der Färbung Propionsäure, Buttersäure, Valeriansäure, Glykolsäure und Milchsäure.

Mit Sudan: Positiv: Capronsäure, Myristinsäure, Cerotinsäure, Laurinsäure.

Negativ: Stearinsäure, Palmitinsäure.

Farbton: goldgelb

II Ungesättigte Fettsäuren.

Crotonsäure, Oelsäure, Stearolsäure, Linolensäure, Sorbinsäure, Rizinolsäure.

Ergebnis: Crotonsäure entzieht sich infolge Löslichkeit der Färbung.

Sudan: In allen Fällen positiv.

Farbton: goldgelb.

III Neutralfette, Triglyzeride und natürliche Fette.

Tripalmitin, Tristearin, Triolin, Butter, Schweinefett, Rindertalg, Menschenfett.

Ergebnis:

Sudan: In allen Fällen positiv.

Farbton: goldgelb, Tristearin graugelb.

IV Triglyzeride mit gesättigten und ungesättigten Fettsäuren.

Tripalmitin mit Palmitinsäure, Tripalmitin mit Stearinsäure, Tripalmitin mit Oelsäure, Tristearin mit Palmitinsäure, Tristearin mit Stearinsäure, Tristearin mit Oelsäure, Triolein mit Palmitinsäure, Triolein mit Stearinsäure, Triolein mit Oelsäure.

Ergebnis:

Sudan: Tripalmitin und Oelsäure ungefärbt, die übrigen Mischungen positiv.

Farton: goldgelb.

V Cholesterin rein und in Verbindung mit Fettsäuren und Triglyzeriden.

Cholesterin mit Palmitinsäure, Stearinsäure, Oelsäure, Tristearin, Tripalmitin, Triolein, Tripalmitin und Palmitinsäure, Tristearin und Palmitinsäure, Triolein und Palmitinsäure, Tripalmitin und Stearinsäure, Tristearin und Stearinsäure, Triolein und Stearinsäure, Triolein und Stearinsäure, Tristearin und Oelsäure, Tripalmitin und Oelsäure, Triolein und Oelsäure.

Sudan: in allen Fällen positiv.

Farbton:-goldgelb.

VI Lezithin rein und in Verbindung mit Fettsäuren und Triglyzeriden.

Lezithin in wässriger Suspension, Lezithin Merck und Kahlbaum in alkoholischer Lösung. Die Mischungen entsprechen den bei Gruppe V Cholesterin angegebenen.

Sudan: in allem Fällen positiv.

Farbton: goldgelb.

VII Cholesterin und Lezithin in Verbindung mit Fettsäuren und Triglyzeriden.

Cholesterin mit Lezithin und Stearinsäure, Oelsäure, Tristearin, Triolein, Stearinsäure, und Tristearin, Stearinsäure und Triolein, Oelsäure und Tristearin, Oelsäure und Triolein, Stearinsäure und Oelsäure, Tristearin und Triolein, Stearinsäure und Oelsäure und Tristearin, Stearinsäure und Oel-

säure und Triolein, Stearinsäure und Oelsäure i und Tristearin und Triolein.

Sudan: in allen Fällen positiv.

Farbton: goldgelb.

VIII Glyzerin rein und in Kombination mit Fettsäuren, Triglyzeriden, Cholesterin und Lezithin.
Ergebnis: Reines Glyzerin entzieht sich der Färbung

Sudan: Ungefärbt jede Mischung Glyzerin mit Cholesterin und Lezithin und einer gesättigten oder ungesättigten Fettsäure.

Positiv Glyzerin mit Stearinsäure und die übrigen Mischungen.

Farbton: rosa.

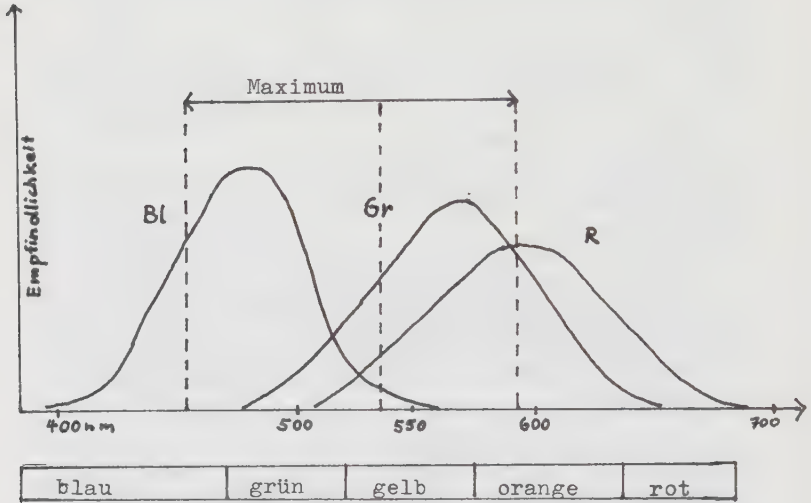
IX Eiweiß mit Fettsäuren, Triglyzeriden, Cholesterin und Lezithin und Glyzerin.

Sudan: Die Färbung bleibt durch den Eiweißzusatz unbeeinflusst.

Zusammenfassung: Unfärbbarkeit von 2 gesättigten Fettsäuren mit Sudan. Eine Anzahl von Reinsubstanzen werden nicht gefärbt und das Färberesultat ist bei einigen Mischungen negativ, deren einzelne Komponenten positive Färbung ergeben hatten.

7. VERGLEICH FARBTON - WELLENLÄNGE

Für das menschliche Auge ergeben sich folgende spektrale Empfindlichkeitskurven.



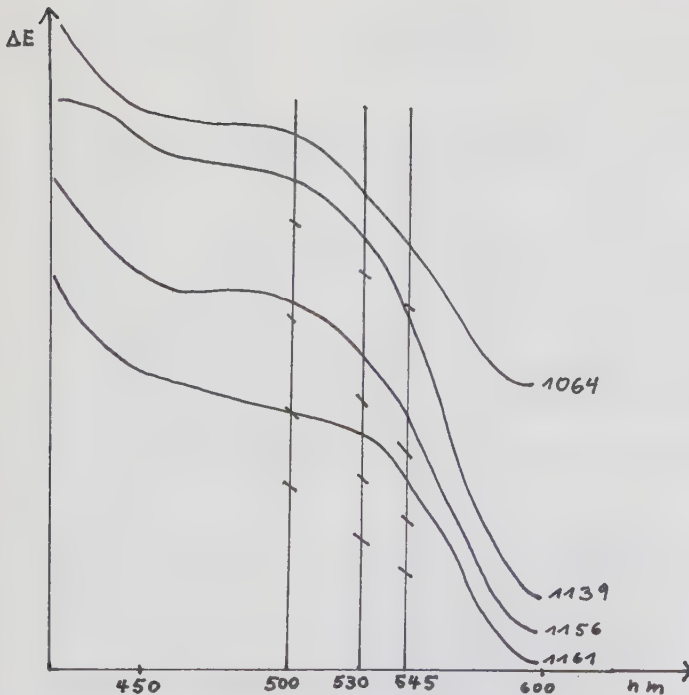
Spektrale Empfindlichkeitskurven für die rot-, grün- und blauempfindlichen Zäpfchen.(4)

Weiter ist in die Abbildung die Lage des Maximums der spektralphotometrischen Untersuchungen eingetragen. Dieses Maximum beginnt bei 590 nm im rot-orangen Bereich, erreicht seinen höchsten Wert im Gelben bei 530 nm und kehrt bei 450 nm im blauen Abschnitt wieder auf die Grundlinie zurück.

Bei einem Vergleich mit den im vorhergehenden Kapitel angegebenen Farbtönen wird für die meisten Fettgemische eine goldgelbe Farbe angegeben, deren Wellenlänge dem höchsten Punkt des Maximums entsprechen dürfte.

Desweiteren läßt sich bei den verschiedenen Maximumskurven ein unterschiedlicher Verlauf in Anstieg und Abfall feststellen:

S-Nr. nm	ΔE in mm			ΔE in %		
	500	530	545	500	530	545
1064	15	16	12	94	100	75
1139	21	30	25	70	100	83
1156	21	24	18	88	100	75
1161	14	20	17	70	100	85



Dieser abweichende Kurvenverlauf ist wahrscheinlich auf eine unterschiedliche Beimengung von Tristearin (graugelb) oder Glycerin (rosa) zurückzuführen.

MATERIAL UND METHODE

Bei 51 Sektionen wurden Leberstücke entnommen und wie folgt behandelt:

Die Präparate wurden 14 Stunden in Formalin fixiert,
auf Deckflasgröße zugeschnitten,
bei -25°C mit dem Gefriermikrotom 70μ dick geschnitten,
in Aqua dest. entrollt,
150 min in 50%iger alkoholischer Sudanlösung gefärbt,
3 Sekunden in 50%igem Alkohol differenziert,
in Aqua dest. gegeben und auf Deckgläser aufgezogen,
jeweils 3 gefärbte und ein ungefärbter Schnitt bei maximaler Spaltweite von 600 bis 430 nm,
bei Chart 2 inch / min, 100 nm / min, Span 2 A gemessen,
der Extinktionswert in mm aus der Kurve bei Maximum 530 nm bestimmt.

In der folgenden Wertetabelle wird abgekürzt:

S-Nr. = Sektionsnummer

Sex = Geschlecht

Ü-Zeit= Überlebenszeit in Minuten, Stunden und Tagen

mm = Extinktionsdifferenz in mm

ΔE = tatsächliche Extinktionsdifferenz mm x 0,008

$\overline{\Delta E}$ = mittlere Extinktionsdifferenz

s = Standardabweichung

V% = Variationskoeffizient in %

S-Nr.	Alter	Sex	Ü.-Zeit	mm	ΔE	ΔE	V %	Σ
1060	81	♀	-	14 15 13	0,112 0,120 0,104	0,112	7,14	0,008
1062	20	♂	-	12 13 14	0,096 0,104 0,112	0,104	7,69	0,008
1063	22	♂	35min	7 6 7	0,056 0,048 0,056	0,053	8,63	0,004
1064	39	♂	-	18 17 16	0,144 0,136 0,128	0,136	5,88	0,008
1067	19	♀	-	10 10 11	0,080 0,080 0,088	0,082	4,85	0,004
1068	49	♀	-	9 9 10	0,072 0,072 0,080	0,074	5,37	0,004
1070	17	♂	-	8 8 7	0,064 0,064 0,056	0,051	6,57	0,004
1071	70	♂	3,5 T	7 7 6	0,056 0,056 0,048	0,053	7,57	0,004
1084	26	♂	-	13 11 11	0,104 0,088 0,088	0,093	9,85	0,009
1088	47	♂	-	20 16 14	0,160 0,128 0,112	0,133	18,37	0,024
1089	68	♂	-	17 20 11	0,136 0,160 0,088	0,128	28,62	0,036
1090	55	♀	11 T	8 8 9	0,064 0,064 0,072	0,066	6,02	0,004
1109	50	♂	-	9 8 5	0,072 0,064 0,040	0,058	28,49	0,016
1115	42	♂	8 T	10 10 6	0,080 0,080 0,048	0,069	26,74	0,018
1116	57	♂	-	15 15 18	0,120 0,120 0,144	0,128	10,81	0,013

S-Nr.	Alter	Sex	Ü-Zeit	mm	ΔE	$\Delta \bar{E}$	V%	S
1117	7	♀	-	2 3 3	0,016 0,024 0,024	0,021	21,92	0,004
1118	35	♂	-	16 12 7	0,128 0,096 0,056	0,093	28,59	0,036
1121	73	♂	14 T	6 5 4	0,048 0,040 0,032	0,040	20,00	0,008
1122	20	♂	-	17 16 10	0,136 0,128 0,080	0,114	26,43	0,030
1123	20	♂	-	17 15 10	0,136 0,128 0,080	0,114	26,43	0,030
1114	60	♀	-	17 8 6	0,136 0,064 0,048	0,082	56,79	0,046
1124	40	♂	-	faulig				
1126	79	♀	2T	15 11 11	0,120 0,088 0,088	0,098	18,67	0,018
1128	30	♀	11 T	12 12 11	0,096 0,096 0,088	0,093	4,31	0,004
1134	72	♂	2 T	11 11 10	0,088 0,088 0,080	0,085	4,71	0,004
1135	18	♂	-	12 11 9	0,096 0,088 0,072	0,085	14,15	0,012
1136	48	♂	-	17 17 17	0,136 0,136 0,136	0,136	0	0
1140	26	♀	-	15 12 10	0,120 0,096 0,080	0,098	20,32	0,020
1142	52	♂	-	22 14 13	0,176 0,112 0,104	0,130	30,06	0,039
1143	14	♀	-	5 4 3	0,040 0,032 0,024	0,032	25,00	0,008

S-Nr.	Alter	Sex	Ü-Zeit	mm	E	$\overline{\Delta E}$	V%	s
1144	79	♂	-	16 12 13	0,128 0,096 0,104	0,109	15,29	0,016
1145	14	♂	60min	10 10 10	0,080 0,080 0,080	0,080	0	0
1146	8	♂	-	10 9 9	0,080 0,072 0,072	0,074	5,37	0,004
1147	57	♂	-	11 11 12	0,088 0,088 0,096	0,090	4,42	0,004
1132	51	♂	-	12 9 11	0,096 0,072 0,088	0,085	14,15	0,012
1137	68	♀	-	4 4 5	0,032 0,032 0,040	0,034	11,62	0,004
1139	48	♂	-	28 30 27	0,224 0,240 0,216	0,226	5,30	0,012
1148	68	♀	22 T	14 13 11	0,112 0,104 0,088	0,101	11,90	0,012
1149	29	♂	-	15 15 12	0,120 0,120 0,096	0,112	12,35	0,013
1150	41	♂	-	5 4 3	0,040 0,032 0,024	0,032	25,0	0,008
1151	24	♂	-	10 11 6	0,080 0,088 0,048	0,072	28,88	0,021
1153	80	♂	-	6 5 5	0,048 0,040 0,040	0,042	9,43	0,004
1154	76	♀	19Std	13 12 13	0,104 0,096 0,104	0,101	3,96	0,004
1152	53	♀	-	12 14 12	0,096 0,112 0,096	0,101	9,12	0,009
1156	16	♀	8 T	23 24 24	0,184 0,192 0,192	0,189	2,11	0,004

S-Nr.	Alter	Sex	Ü-Zeit	mm	ΔE	$\Delta \bar{E}$	V%	s
1157	39	♂	-	11 10 6	0,088 0,080 0,048	0,072	28,88	0,021
1158	57	♀	16 T	22 15 13	0,176 0,120 0,104	0,133	28,31	0,037
1161	65	♀	-	18 17 17	0,144 0,136 0,136	0,138	2,89	0,004
1162	79	♀	-	13 12 13	0,104 0,096 0,104	0,101	3,96	0,004
1170	a.1	♀	-	11 11 10	0,088 0,088 0,080	0,085	4,71	0,004
1174	76	♂	-	13 14 11	0,104 0,112 0,088	0,101	11,90	0,012

FEHLERQUOTE

Zur Präzisionskontrolle wird der zufällige Fehler angegeben. Unter ihm versteht man Abweichungen vom wahren Wert (Streuung von Einzelwerten um den Mittelwert bei Mehrfachbestimmungen). Er ist in der Regel normalverteilt, so daß als geeignete statistische Kenngröße die Standardabweichung anzusehen ist. Der Variationskoeffizient gibt den prozentualen Anteil der Standardabweichung vom Mittelwert wieder.

$$v\% = \frac{s \cdot 100}{\bar{x}}$$

s = Standardabweichung

$\bar{x}$ = Mittelwert

In unserem Fall interessierte erstens die Abweichung des einzelnen Schnittes von seinem Mittelwert als Maß für die Reproduzierbarkeit der Methode, und zweitens der mittlere Fehler aller Schnitte im Vergleich zu den üblichen chemischen und enzymatischen Bestimmungsverfahren.

Der Variationskoeffizient der einzelnen Schnitte wird in der vorhergehenden Tabelle angegeben. Während er für gleichmäßig verfettete Schnitte um die 5% liegt, ist er für ungleichmäßig verfettete Schnitte und bei Fettzirrhose relativ hoch, was aber durch die Gewebestruktur der Schnitte und weniger durch einen Fehler im Färbeverfahren bedingt ist.

Für die Gesamtzahl der Schnitte wurde der mittlere prozentuale Fehler nach folgender Formel berechnet:

$$M = \sqrt{\frac{V_n^2}{n(n-1)}}$$

M = mittlerer prozentualer Fehler der Meßreihe

V_n = Variationskoeffizient der Einzelschnitte

n = Anzahl der Meßwerte,

3 für 50 Präparate = 150

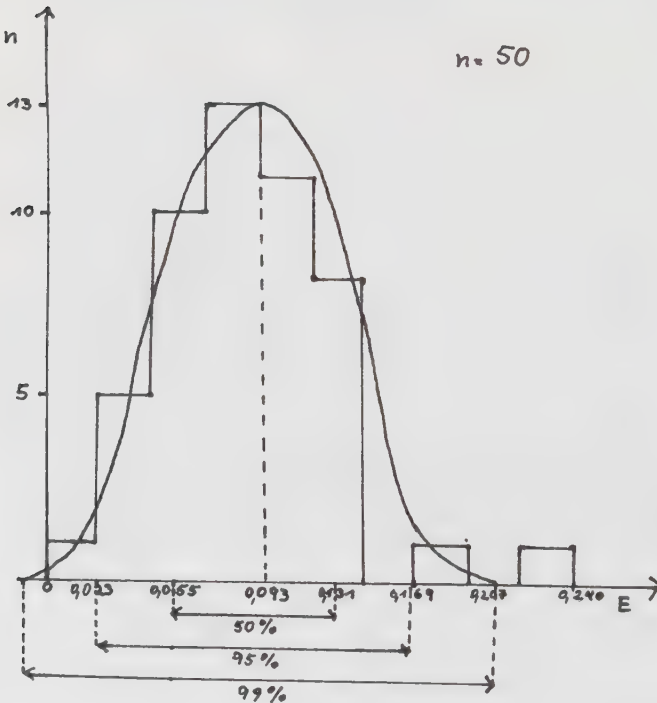
M betrug 6,47%. Für den prozentualen Anteil der Standardabweichung werden allgemein bei chemischen Analysen maximal 5%, bei Enzymaktivitätsbestimmungen und komplizierten Analysen maximal 10% als obere Grenze gesetzt.

ERGEBNISSE

I EXTINKTIONSMESSUNG

1. Normalverteilung

Die folgende Abbildung gibt die gruppierte Normalverteilung der Extinktionswerte von 50 Sektionen wieder. Es wurden Klassen einer Extinktionsbreite von 0,024 gebildet. Der Mittelwert liegt bei 0,093, der 1 s Bereich beträgt 0,038.



2. Altersverteilung

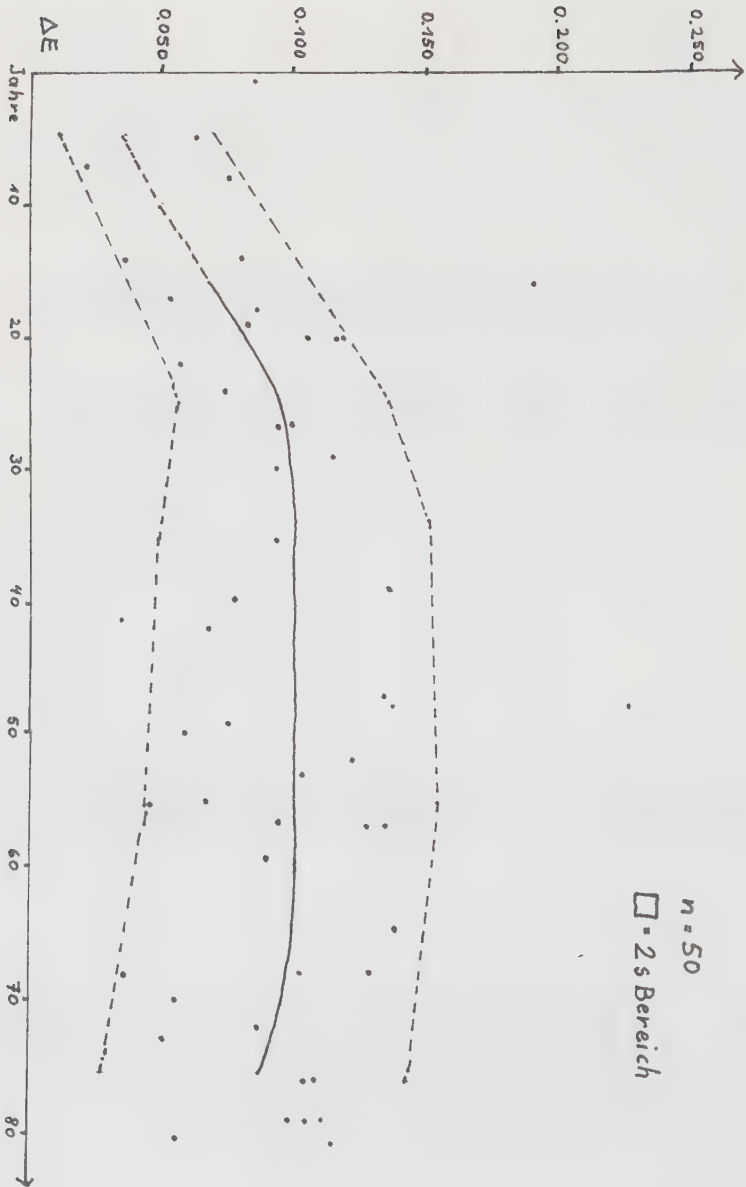
Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in der folgenden Graphik dargestellt. Es zeigt sich ein allmählicher Anstieg bis mit 20 Jahren ein Plateau erreicht wird, das im Alter ab 65 Jahren wieder etwas absinkt.

Während in der Tabelle Gruppen von jeweils 10 Jahren gebildet sind, werden in der Graphik die Werte der ersten 20 Lebensjahre einzeln wiedergegeben.

Jahre	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80
ΔE	0,024	0,080	0,096	0,096	0,072	0,064	0,080	0,096
	0,088	0,032	0,104	0,136	0,128	0,104	0,032	0,112
	0,072	0,064	0,056	0,096	0,072	0,128	0,104	0,104
		0,088	0,096	0,072	0,136	0,064	0,136	0,104
		0,080	0,112		0,032	0,128	0,144	0,056
			0,112			0,128		0,040
			0,112			0,088		0,088
			0,072			0,088		0,104
								0,040
								0,104
n	3	5	8	4	5	8	5	10
$\Delta \bar{E}$	0,061	0,068	0,095	0,100	0,088	0,099	0,099	0,085
s			0,020	0,026	0,043	0,027	0,045	0,028

$n = 48$ (ohne die beiden Fettlebern)

Die Gruppe von 40-50 Jahre ist wegen der geringen Fallzahl $n = 5$ und der hohen Standardabweichung von 0,043 gesondert zu betrachten: Das Absinken des mittleren Extinktionswertes in diesem Bereich ist deshalb nicht sicher zu deuten und wurde vernachlässigt.



3. Geschlechtsverteilung

Frauen

Jahre	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80
ΔE	0,024	0,080	0,096	0,096	0,072	0,064	0,080	0,096
	0,088	0,032				0,104	0,032	0,112
						0,128	0,104	0,104
							0,136	0,104
n	2	2	1	1	1	3	4	4
$\Delta \bar{E}$	0,056	0,056	0,096	0,096	0,072	0,098	0,088	0,104

n Frauen = 18 mittlerer E Wert = 0,086

Der mittlere Extinktionswert der Frauen ist gegenüber dem mittleren Extinktionswert aller Fälle um 1,15% erniedrigt.

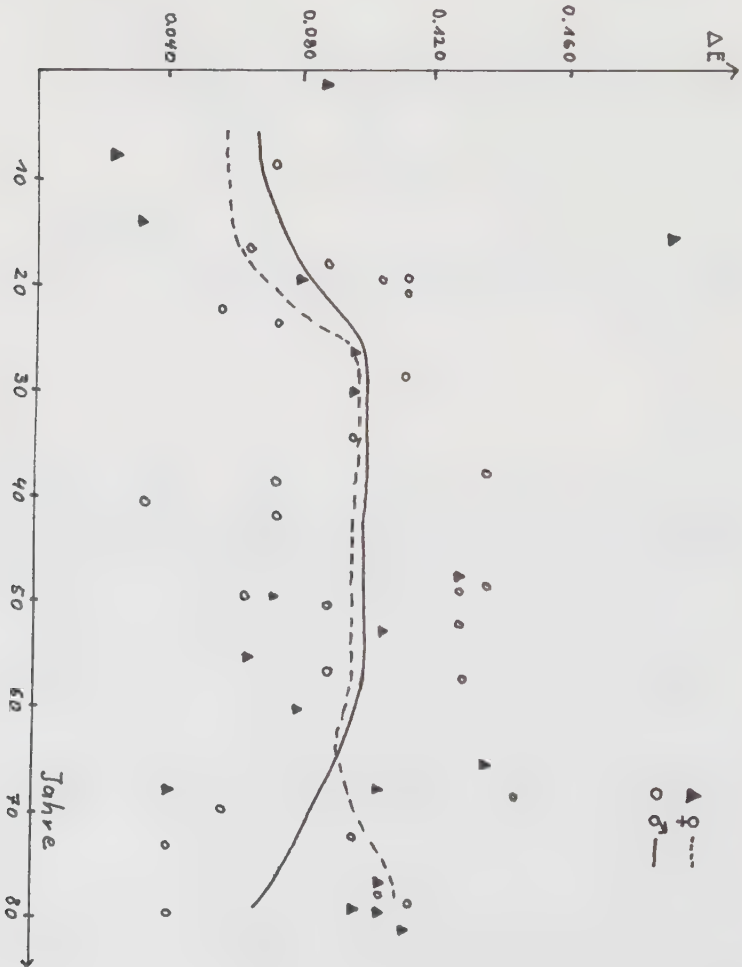
Männer

Jahre	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80
ΔE	0,072	0,064	0,104	0,136	0,128	0,064	0,144	0,056
		0,088	0,056	0,096	0,072	0,128		0,040
		0,080	0,096	0,072	0,136	0,128		0,088
			0,112		0,032	0,088		0,104
			0,112					0,040
			0,112					0,104
			0,072					
n	1	3	7	3	4	5	1	6
$\Delta \bar{E}$	0,072	0,080	0,096	0,096	0,092	0,099	0,144	0,072

n = Männer 30 mittlerer E Wert = 0,091

Der mittlere Extinktionswert der Männer ist im Vergleich zum allgemeinen Mittelwert um 4,6% erhöht.

Der durchgeführte T - Test (5) ergab bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 5\%$ keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Es kann deshalb der Auswertung der Extinktionsergebnisse von Männern wie Frauen die gleiche Tabelle zu grunde gelegt werden.



4. Todesursache / Überlebenszeit

Im Folgenden werden alle Sektionen nach Todesursache aufgliedert. Da sich für die einzelnen Gruppen unterschiedliche Überlebenszeiten mit entsprechenden Stoffwechselbelastungen ergaben, wurde die Überlebenszeit gleich mitangegeben.

Zentrale Lähmung

S-Nr.	ΔE	Ü-Zeit	S-Nr.	ΔE	Ü-Zeit
1064	0,136	-	1067	0,080	-
1068	0,072	-	1071	0,056	3,5 Tage
1088	0,128	-	1115	0,072	8 Tage
1116	0,128	-	1122	0,112	-
1114	0,080	-	1126	0,096	2 Tage
1135	0,088	-	1140	0,096	-
1143	0,032	-	1144	0,104	-
1145	0,080	60 min	1147	0,088	-
1139	0,224	-	1151	0,072	-
1153	0,040	-	1156	0,192	8 Tage
1158	0,128	16 Tage			

gesamt: $n = 21$ $\bar{x} = 0,103$ $s = 0,045$

sofort tot : $n = 16$ $\bar{x} = 0,097$

überlebt : $n = 5$ $\bar{x} = 0,109$

Herzversagen

a) Rechtsherzversagen

S-Nr.	ΔE	Ü-Zeit	S-Nr.	ΔE	Ü-Zeit
1137	0,032	-	1152	0,104	-
1157	0,072	-	1161	0,136	-

$n = 4$ $\bar{x} = 0,082$ $s = 0,044$

b) Herzversagen bei Pneumonie

S-Nr.	ΔE	Ü-Zeit	S-Nr.	ΔE	Ü-Zeit
1060	0,112	-	1118	0,096	-
1121	0,040	14 Tage	1128	0,096	11 Tage
1148	0,104	22 Tage	1162	0,104	-
1170	0,088	-			

$$n = 7 \quad \bar{x} = 0,091 \quad s = 0,024$$

c) sonstige

S-Nr.	ΔE	Ü-Zeit	S-Nr.	ΔE	Ü-Zeit
1062	0,104	-	1090	0,064	11 Tage
1142	0,128	-			

Herzversagen gesamt : $n = 14 \quad \bar{x} = 0,091 \quad s = 0,030$

" überlebt ; $n = 4 \quad \bar{x} = 0,076$

" sofort tot : $n = 10 \quad \bar{x} = 0,098$

Ertrinken, Ersticken

S-Nr.	ΔE	S-Nr.	ΔE
1063	0,056	1070	0,064
1089	0,144	1109	0,064
1117	0,024	1136	0,136
1149	0,112		

$$n = 7 \quad \bar{x} = 0,086 \quad s = 0,045$$

Verbluten

S-Nr.	ΔE	S-Nr.	ΔE
1123	0,114	1150	0,032

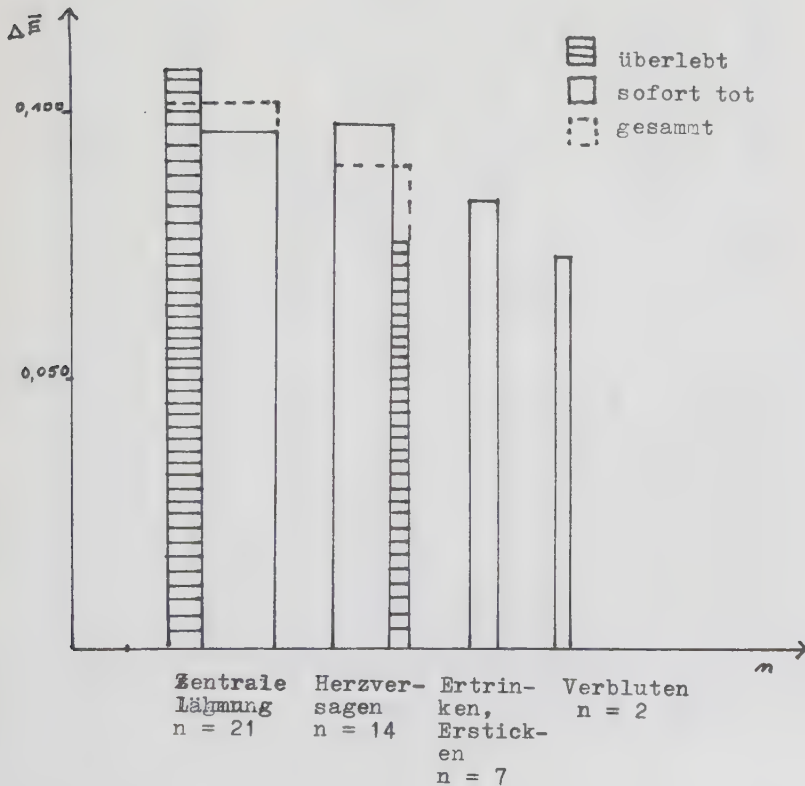
$$n = 2 \quad \bar{x} = 0,073 \quad s = 0,041$$

Zum Vergleich wurde eine Varianzanalyse durchgeführt.⁽⁵⁾
Die Möglichkeit ihrer Anwendung wurde mit dem Barlett-Test überprüft. Es ergab sich:

$$\chi^2 = -0,461 < \chi_{0,05} = 5,99 \quad \text{Varianzanalyse möglich}$$

Das Ergebnis der Varianzanalyse war mit $10,5 > F_{0,05} \ 2/39$
 $\approx 3,25$
signifikant.

Die im Duncan Test ermittelten Gruppenunterschiede waren für Zentrale Lähmung / Ertrinken, Ersticken signifikant.
Abb. gibt das Ergebnis graphisch wieder.



LEBERGEWICHT

1) Wertetabelle

S-Nr.	Größe cm	Gewicht Kg	Über- gew.%	Leber- gewicht	% Ideal- gewicht	% Körper- gewicht
1060	143	35,4	-8,5	957gr	2,47	2,7
1062	158	70,7	35	1347	2,58	1,9
1063	156	83	32	1640	2,6	2
1067	168	53,6	-12	1480	2,42	2,76
1068	159	75	39	-	-	-
1070	168	62,4	2	1870	3,05	3
1071	179	89,7	26	2610	3,67	2,9
1084	175	91,8	36	2160	3,2	2,35
1088	175	78,7	17	1960	2,9	2,5
1089	162	61,8	10	1440	2,58	2,33
1090	154	75,4	55	2427	4,99	3,22
1109	182	83	12	1640	2,22	1,98
1114	156	73	45	1470	2,92	2,01
1115	166	77,9	31	2405	4,05	3,09
1116	170	77	22	1835	2,91	2,38
1117	120	20	-10	565	2,57	2,82
1118	180	66,7	-7,4	2476	3,4	3,71
1121	174	84,2	26	2390	3,59	2,84
1122	175	97,3	44	2177	3,22	2,24
1123	175	72,1	7	1550	2,3	2,15
1124	185	83,4	12	2570	3,45	3,08
1126	151	48,4	5	1422	3,1	2,94
1128	157	59,5	16	2450	4,77	4,12
1132	184	82,4	9	1820	2,41	2,21
1134	159	54,1	2	1030	1,94	1,9
1135	174	63,4	-5	1370	2,06	2,16
1136	177	85,5	23	2080	3,00	2,43
1137	165	65,3	10	1431	2,4	2,19
1139	171	79,1	24	1700	2,66	2,15
1140	163	48,5	-15	1140	2,01	2,35
1142	182	76,4	3	2000	2,71	2,62

S-Nr.	Größe cm	Gewicht Kg	Über- gew.%	Leber- gewicht	% Ideal- gewicht	% Körper- gewicht
1143	168	56,2	-10	1450	2,33	2,58
1144	165	72,9	22	1340	2,25	1,84
1145	166	58,5	-2	1145	1,93	1,96
1146	116	20,6	-3	860	4,06	4,17
1147	160	60,9	13	1570	2,91	2,58
1148	149	52,1	18	1530	3,47	2,93
1149	172	76,3	18	2140	3,3	2,8
1150	167	59	-2	1190	1,97	2,02
1151	173	57	-14	1710	2,6	3
1152	165	74	24	1865	3,13	2,52
1153	159	56,8	7	1980	3,73	3,48
1154	150	74,7	66	1450	3,22	1,94
1156	154	55,8	15	1680	3,46	3,01
1157	174	69,5	4	1910	2,87	2,75
1158	163	65	15	2265	3,99	3,48
1161	149	55	25	1460	3,31	2,65
1162	152	46,1	1	1850	3,95	4,01
1170	57	4,7	7	144	3,27	3,06
1174	161	65,9	20	1420	2,59	2,15

2. Mittleres Lebergewicht

Für unser Untersuchungsgut ergab sich ein mittleres Lebergewicht von 1674 g., die Standardabweichung betrug 512g. Das mittlere Lebergewicht von 19 Frauen war 1535g., der 30 Männer 1770g.

Die meisten Autoren (Sandritter (6), Frick (7)) geben ein durchschnittliches Lebergewicht von 1500g. an. Dies ist nach Rössle (8) für Frauen zu hoch, und für Männer zu niedrig. Er fand für Soldatenlebern ein mittleres Gewicht von 1820 - 1772 g., ferner eine Korrelation zum Ernährungszustand und Lebensweise. Eine besonders große Leber wies er bei körperlich schwer arbeitenden Männern, Schwangeren und Diabetikern nach.

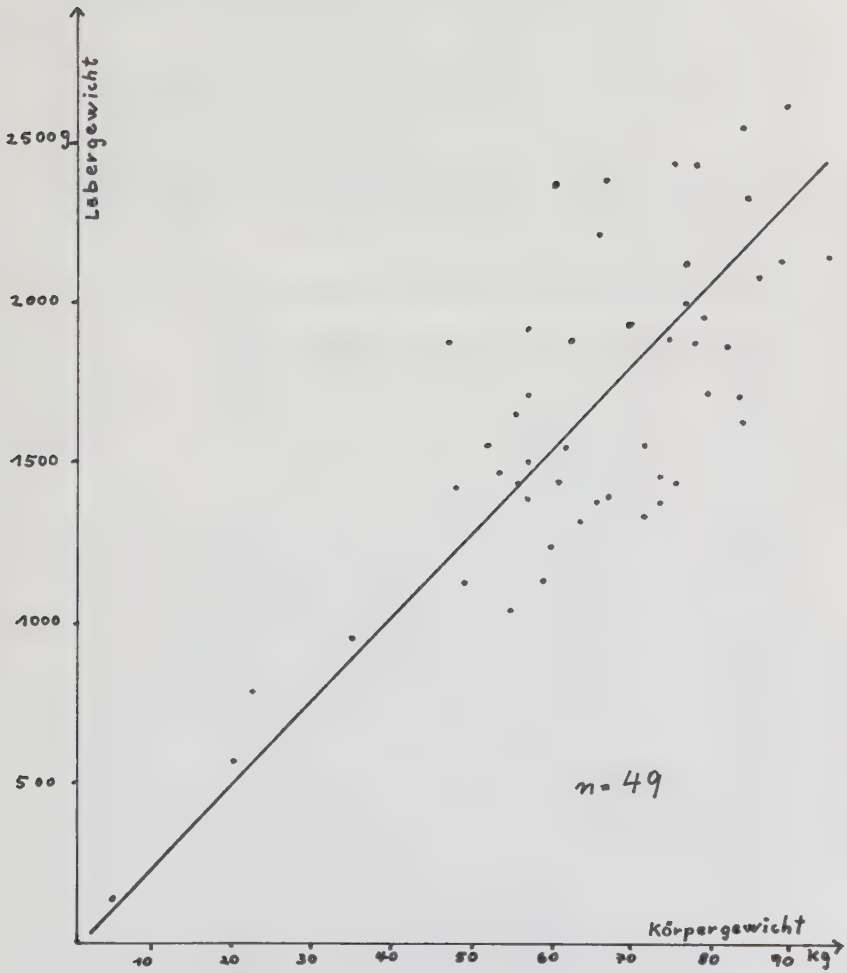
3. Korrelation Lebergewicht / Körpergewicht

Ohne Berücksichtigung der Kinderlebern errechneten wir für unser Sektionsgut ein relatives Lebergewicht von 2,96% des Körpergewichts. (Sandritter 2%, Rössle 2,5 - 2,8%)

Das relative Lebergewicht beim Säugling wird in der Literatur mit 3,6 - 4,4% (Sternberg(8)) und 4% (Kaufmann(8)) angegeben, wir fanden 3,06%.

DeLand und North (9) wiesen in einer Reihe von 625 Autopsien Erwachsener ohne Lebererkrankungen eine lineare Beziehung zwischen Körpergewicht und Lebergewicht nach. Wie die nachfolgende Graphik zeigt, ließ sich dies in unseren Untersuchungen bestätigen.

Tabelle : Lebergewicht / Körpergewicht



4. Altersverteilung Lebergewicht

Bei allen Autoren (Rössle, Bürger(10)) wird eine Abnahme des Lebergewichts im Alter angegeben. Dies trifft, wie im folgendem Diagramm dargestellt wird auch für unsere Untersuchungen zu.

Vergleicht man aber das relative Lebergewicht mit dem Lebensalter, so läßt sich keine Abnahme feststellen. Der Verlust an Lebergewicht im Alter dürfte demnach auf eine generelle körperliche Atrophie zurückzuführen sein und nicht auf einen leberspezifischen Prozess.

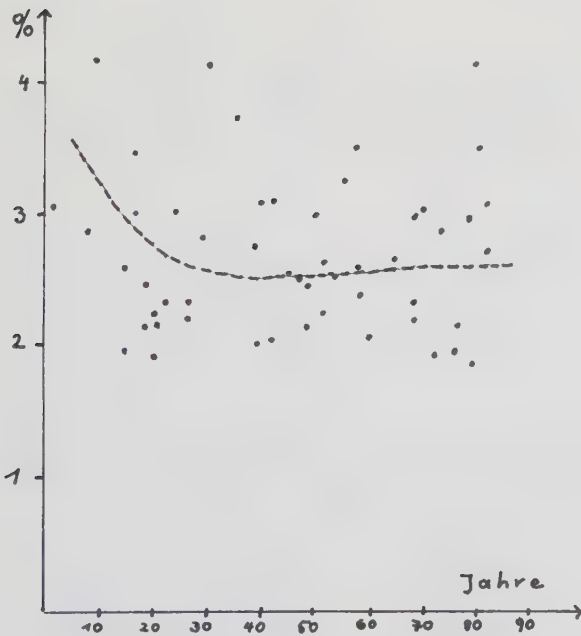
%KG = %Körpergewicht

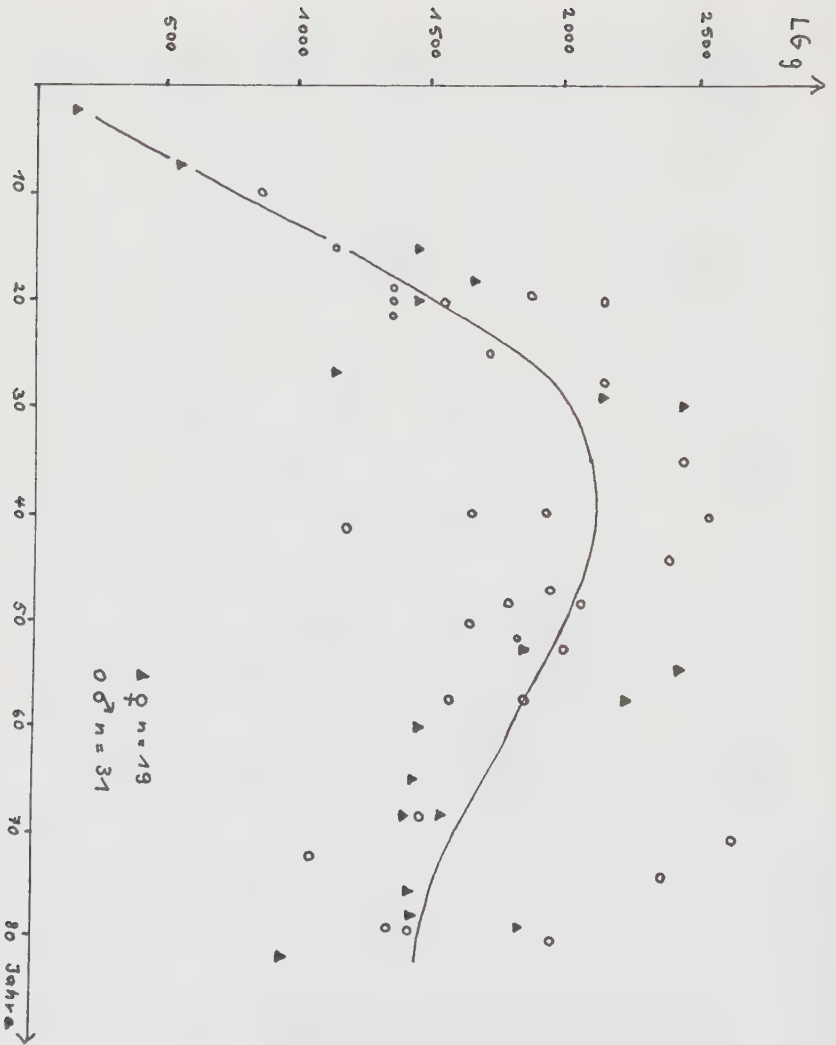
LG = Lebergewicht

S-Nr	Alter	%KG	LG	S-Nr	Alter	%KG	LG
1117	7	2,82	565	1118	35	3,71	2476
1146	8	4,17	860	1128	30	4,12	2450
1170	1	3,06	144	1157	39	2,76	1910
1067	19	2,76	1480	1068	49	-	-
1070	17	3,0	1870	1088	47	2,5	1960
1135	18	2,16	1370	1115	42	3,09	2405
1143	14	2,58	1450	1124	40	3,08	2570
1145	14	1,96	1145	1136	48	2,43	2080
1156	16	3,01	1680	1139	48	2,15	1700
1062	20	1,9	1347	1150	41	2,02	1190
1063	22	2,33	1340	1090	55	3,22	2427
1084	26	2,35	2160	1109	50	1,98	1640
1122	20	2,24	2177	1116	57	2,38	1835
1123	20	2,15	1550	1142	52	2,62	2000
1140	26	2,35	1140	1147	57	2,58	1570
1149	29	2,8	2140	1132	51	2,21	1820
1151	24	3,0	1710	1152	53	2,52	1865
1064	39	2,0	1640	1158	57	3,48	2265

S-Nr	Alter	%KG	LG	S-Nr	Alter	%KG	LG
1089	68	2,33	1440	1144	79	1,85	1340
1114	60	2,01	1470	1126	79	2,94	1422
1148	68	2,93	1530	1154	76	1,94	1450
1137	68	2,18	1431	1174	76	2,15	1420
1161	65	2,65	1460	1162	79	4,01	1820
1070	70	3,0	2610	1060	81	2,7	957
1121	73	2,84	2390	1153	80	3,48	1980
1134	72	1,9	1030				

Tabelle : Alter / % Körpergewicht





5. Todesursache Lebergewicht

Die durch den Blutgehalt bedingten Gewichtsschwankungen der Leber machen nach Schütz (11) 50% ihres Gesamtgewichts, also etwa zwischen 700-800 g aus. Durch das Anschneiden der großen Lebergefäße bei der Sektion laufen gewöhnlich 50 g Blut ab (Rössle), ein Verlust der bei allen Lebern gleich ist und deshalb vernachlässigt werden kann.

Im folgendem werden die Todesursachen unter besonderer Berücksichtigung der Blutverhältnisse in der Leber aufgegliedert.

Zentrale Lähmung

a) mit Trauma / Blutverlust

S-Nr.	Lebergewicht	%Idealgewicht	S-Nr.	Lebergewicht	%Idealgewicht
1064	1640	2,6	1071	2610	3,67
1115	2405	4,05	1116	1835	2,91
1122	2177	3,22	1114	1470	2,92
1126	1422	3,1	1135	1370	2,06
1140	1140	2,01	1143	1450	2,33
1156	1680	3,46	1158	2265	3,99

$\bar{x}$ % Idealgewicht = 3,03

$\bar{x}$ Lebergewicht = 1677 g

b) sonstige

S-Nr.	Lebergewicht	%Idealgewicht	S-Nr.	Lebergewicht	%Idealgewicht
1067	1480	2,42	1088	1960	2,9
1144	1340	2,24	1145	1145	1,93
1147	1570	2,91	1139	1700	2,66
1151	1710	2,6	1153	1980	3,73

$\bar{x}$ % Idealgewicht = 2,78

$\bar{x}$ Lebergewicht = 1788 g

gesamt : $\bar{x}$ % Idealgewicht 3 2,88 $\bar{x}$ Lebergewicht = 1650g

Herzversagen

a) Rechtsherzversagen

S-Nr.	Leber- gewicht	%Ideal- gewicht	S-Nr.	Leber- gewicht	%Ideal- gewicht
1124	2570	3,45	1137	1431	2,4
1152	1850	3,95	1157	1910	2,87
1161	1460	3,31			

$\bar{x}$ % Idealgewicht = 3,2 $\bar{x}$ Lebergewicht = 1844

b) Pneumonie

S-Nr.	Leber- gewicht	%Ideal- gewicht	S-Nr.	Leber- gewicht	%Ideal- gewicht
1060	957	2,47	1118	2476	3,44
1121	2390	3,59	1128	2450	4,77
1148	1530	3,47	1162	1850	3,95

$\bar{x}$ % Idealgewicht = 3,6 $\bar{x}$ Lebergewicht = 1942

c) sonstige

S-Nr.	Leber- gewicht	%Ideal- gewicht	S-Nr.	Leber- gewicht	%Ideal- gewicht
1062	1347	2,58	1090	2427	4,99
1142	2000	2,71			

$\bar{x}$ % Idealgewicht = 3,43 $\bar{x}$ Lebergewicht = 1925 gr.

Ersticken, Ertrinken

Ersticken		
S-Nr.	Leber- gewicht	%Ideal- gewicht
1063	1340	2,65
1070	1870	3,05
1089	1440	2,58
1136	2080	3,0

Ertrinken		
S-Nr.	Leber- gewicht	%Ideal- gewicht
1109	1640	2,22
1149	2140	3,3

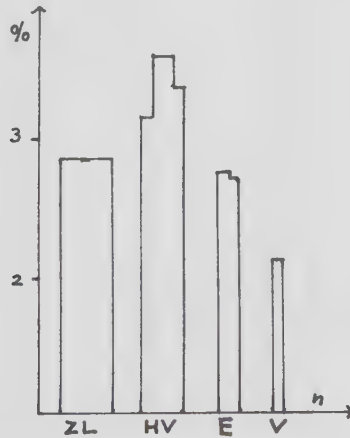
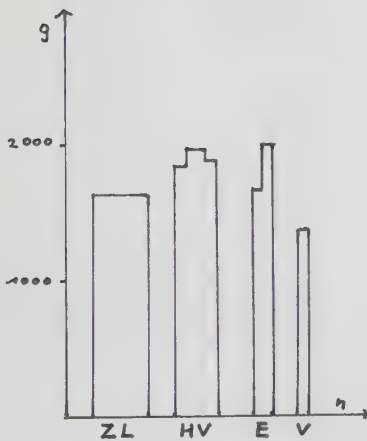
Ersticken : $\bar{x}$ % Idealgewicht = 2,82 $\bar{x}$ Lebergewicht = 1682 gr.
 Ertrinken : $\bar{x}$ % Idealgewicht = 2,76 $\bar{x}$ Lebergewicht = 1890 gr.
 gesamt : $\bar{x}$ % Idealgewicht = 2,8 $\bar{x}$ Lebergewicht = 1752 gr.

Verbluten

S-Nr.	Leber- gewicht	%Ideal- gewicht
1123	1550	2,3
1150	1190	1,97

$\bar{x}$ % Idealgewicht = 2,13 $\bar{x}$ Lebergewicht = 1370

Diese Ergebnisse sind in Tabelle I und II graphisch dargestellt. Es zeigt sich ein erheblicher Gewichtsunterschied von 572 g. oder 1,5 % Körpergewicht zwischen anämischer und blutreicher Leber.



Vergleichende Untersuchungen

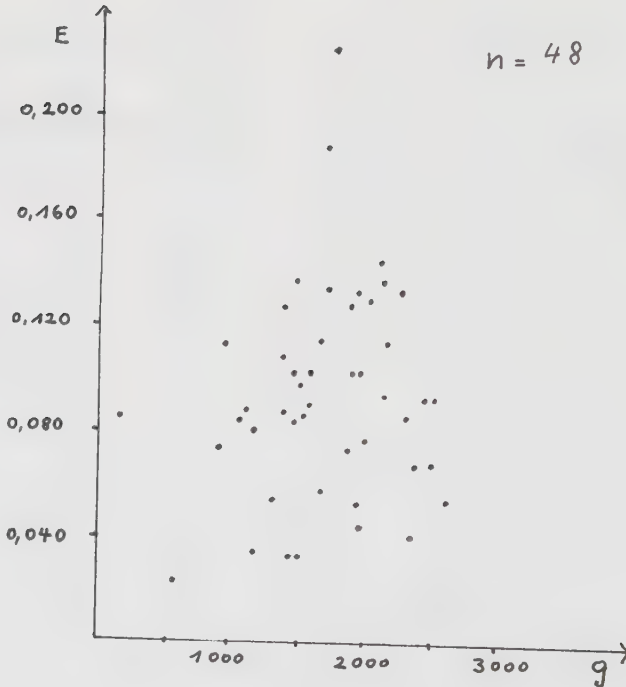
1. Wertetabelle

S-Nr.	Lebergewicht	%Übergewicht	%Körpergewicht	Δ E	Organfarbe
1067	1480	-12	2,42	0,082	braun - rot
1088	1960	17	2,9	0,133	"
1089	1440	10	2,58	0,128	"
1109	1640	12	2,22	0,058	"
1116	1835	22	2,91	0,128	"
1117	565	-10	2,57	0,021	"
1122	2177	44	3,22	0,114	"
1126	1422	5	3,1	0,098	"
1145	1145	-2	1,93	0,080	"
1146	860	-3	4,06	0,074	"
1147	1570	13	2,91	0,090	"
1174	1420	20	2,59	0,101	"
1090	2427	55	4,99	0,066	gelb - braun
1132	1820	9	2,41	0,085	"
1137	1431	10	2,4	0,034	"
1139	1700	24	2,66	0,226	"
1144	1340	22	2,25	0,109	"
1156	1680	15	3,46	0,189	"
1157	1910	4	2,87	0,074	"
1158	2265	15	3,99	0,133	"
1161	1460	25	3,31	0,138	"
1154	1450	66	3,22	0,101	"
1060	957	-8,5	2,47	0,112	braun, muska. tartig
1148	1530	18	3,47	0,101	"
1071	2610	26	3,67	0,053	gelb, rau, braun
1118	2476	-7,4	3,44	0,093	"
1136	2080	23	3,0	0,136	"
1152	1865	24	3,13	0,101	"

S-Nr.	Leber- gewicht	%Über- gewicht	%Körper- gewicht	ΔE	Organfarbe
1114	1470	45	2,92	0,082	grau - braun
1123	1550	7	2,3	0,114	"
1162	1250	1	3,95	0,101	"
1170	144	7	3,27	0,085	"
1062	1347	35	2,58	0,104	blaß - braun
1063	1340	14	2,65	0,053	"
1064	1640	32	2,60	0,136	"
1135	1370	-5	2,06	0,085	"
1142	2000	3	2,71	0,130	"
1150	1190	-2	1,97	0,032	"
1140	1140	-15	2,01	0,089	braun
1143	1430	-10	2,33	0,032	"
1149	2140	18	3,3	0,112	"
1151	1710	-14	2,6	0,072	"
1115	2405	31	4,05	0,069	grau - gelb
1128	2450	16	4,77	0,093	"
1070	1870	2	3,05	0,051	dunkelbraun-rot
1084	2160	36	3,2	0,093	"
1121	2390	26	3,59	0,040	"
1134	1030	2	1,94	0,085	"
1153	1980	7	3,73	0,042	"

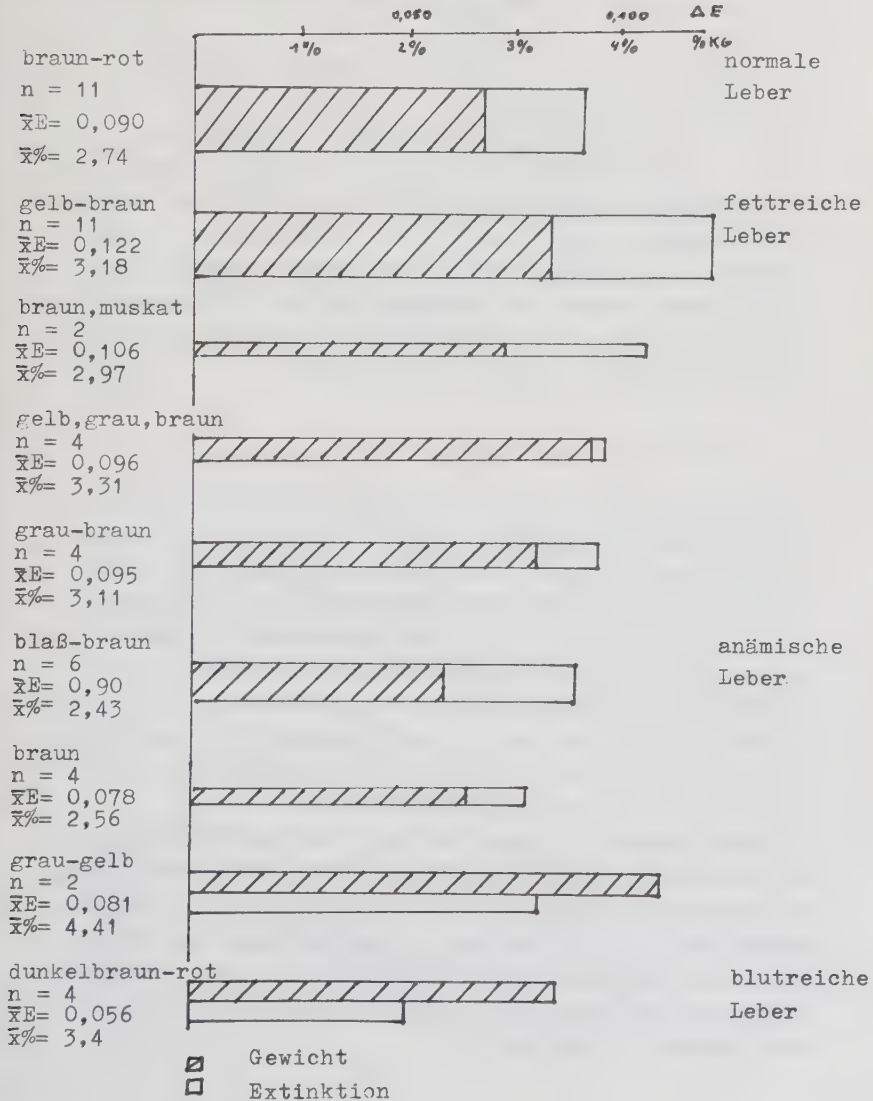
2. Lebergewicht / Extinktion

Von der Überlegung ausgehend, daß eine Fettleber größer und schwerer als eine normale Leber ist, wurde das Lebergewicht in Gramm mit dem Extinktionswert verglichen. In dem folgenden Diagramm zeigt sich, daß alle Fettlebern in einem Gewichtsreich von 1500 - 1800 g. zu finden sind. Weiterhin nimmt mit zunehmendem Lebergewicht der Extinktionswert wieder ab. In diesem Bereich finden sich zirrhotische und blutreiche Lebern.



3. Organfarbe

Neben der Gewichtsangabe wird in den Sektionsprotokollen auch die Organfarbe angegeben. Die folgende Abbildung gibt die Zusammenhänge zwischen Organfarbe, Lebergewicht und Extinktionswert wieder.



Aus der Gegenüberstellung von Farbangabe, Lebergewicht und Extinktionswert läßt sich folgendes ablesen:

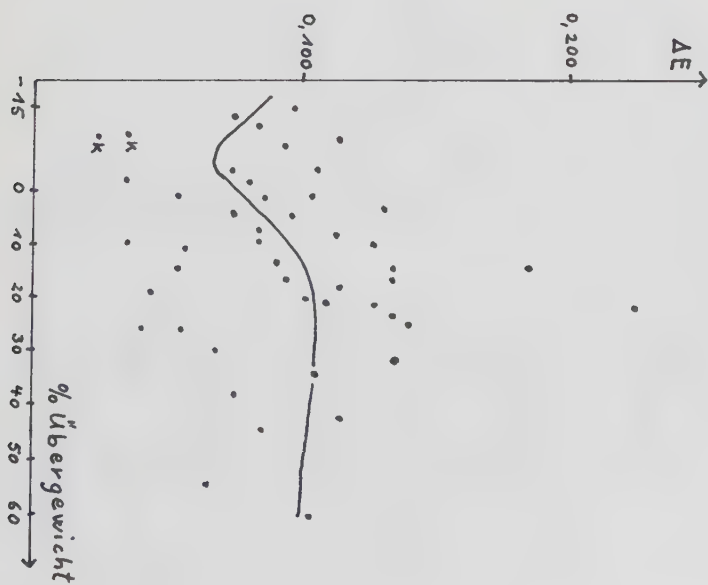
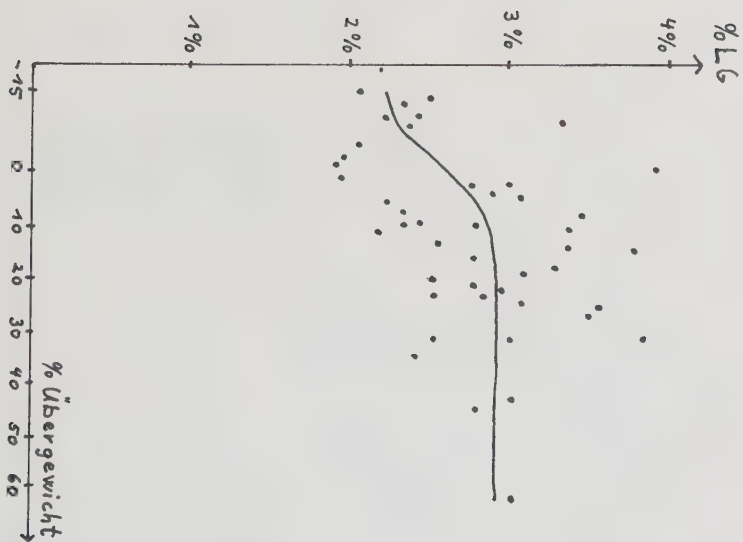
Bei der fettreichen Leber steigen sowohl Extinktion als auch Gewicht gegenüber der normalen, rot-braunen Leber an.

Eine anämische (blaße) Leber entspricht im Extinktionswert der normalen, nimmt aber an Gewicht erheblich ab. Blutreiche Stauungslebern (dunkelbraunrot) und billäre Leberzirrhosen (grau-gelb) nehmen an Gewicht zu, verlieren aber an Extinktion. Bei der Stauungsleber könnte dies durch eine Stauungszirrhose und/oder eine passive Dehnung des Lebergewebes und dadurch eine Abnahme der Leberzellen pro Flächeneinheit bedingt sein und sollte bei der Beurteilung des Extinktionswertes berücksichtigt werden.

4. Übergewicht

Nachdem sich ein linearer Zusammenhang zwischen Lebergewicht und Körpergewicht nachweisen ließ, interessierte die Frage inwieweit sich Übergewicht auf das Lebergewicht und die Leberverfettung auswirken. Zu diesem Zweck wurde für jeden Fall das Idealgewicht errechnet und die Differenz zum tatsächlichen Körpergewicht in %Übergewicht angegeben. Diese Prozente Übergewicht wurden zum prozentualen Anteil des Lebergewichts am Körpergewicht und zum Extinktionswert in Beziehung gesetzt. Es ergab sich folgender Zusammenhang:

In beiden Kurven linearer Anstieg bis zum Erreichen eines Plateaus bei 20% Übergewicht, sonst keine Veränderung. Darüber hinaus auch bei mehr als 50% Übergewicht keine Zunahme der Leberverfettung in unserem Sektionsgut. Nur mit zunehmendem Untergewicht steigt die Kurve der Extinktionswerte im Sinne einer Leberverfettung bei Hunger oder Kachexie wieder an.



FETTLIEBERBESTIMMUNG NACH DER GEFUNDENEN METHODE

1. Normbereich

Nach Standardisierung und Extinktionsmessung galt es die erhaltenen Werte in ein System zur objektiven Fettbestimmung einzuordnen. Zwei Parameter standen zur Verfügung: 1. die Normalverteilung der erhaltenen Werte und 2. die Erkenntnisse aus Vorgeschichte und makroskopischen sowie mikroskopischen Befund.

Unter den 50 Sektionen befanden sich:

Zwei makroskopisch deutlich sichtbar verfettete

Lebern: 1139 und 1156

eine kleintröpfig, diffus verfettete Leber bei der 60% der Zellen betroffen waren: 1170

drei leichter verfettete Lebern: 1136, 1064 und 1116

Fälle mit Alkoholanamnese: 1122, 1123, 1149, 1142, 1088

Nach statistischen und anamnästischen Erkenntnissen bot sich folgende Wertung an:

Grundlage ist eine Normalverteilung aller Fälle

Bei allen innerhalb des 1s Bereichs liegenden Werten handelt es sich um normale Lebern.

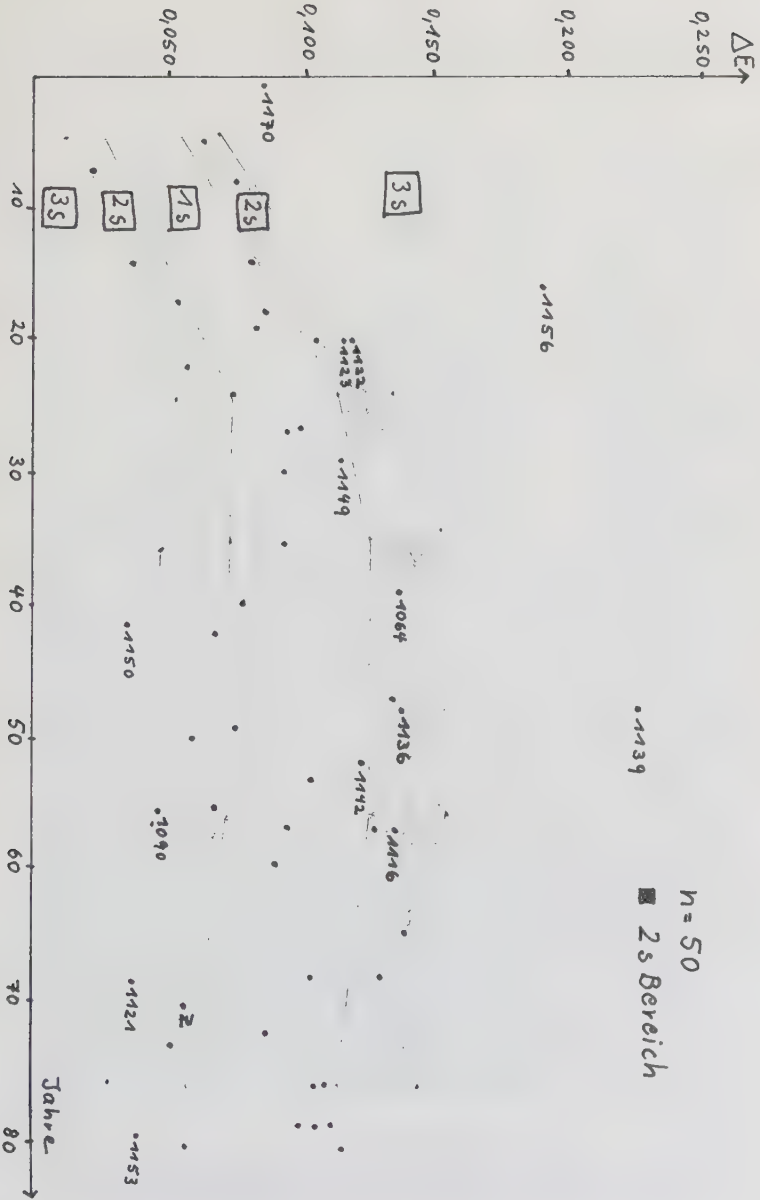
Innerhalb des 2s Bereichs um eine leichte Verfettung wie zB. nach Alkohol Abusus oder Infektionskrankheit.

Außerhalb des 2s Bereichs kann man von einer Fettleber sprechen.

Nach unten liegen ab dem 1s Bereich zirrhotische (1071, 1115, 1090) und blutreiche (1121, 1153) Lebern.

Dies wird im folgendem Kapitel an Hand von Sektionsnummer und Todesursache noch genauer belegt.

Die folgende Abbildung zeigt die Normalverteilung mit den s Bereichen und Extinktionswerten.



2. Vergleich mit dem Sektionsprotokoll

S-Nr.	Alter	E	Farbangabe, Todesursache, Überlebenszeit
1117	7	0.021	Kind, normale braun-rote Leber, ertrunken
1143	14	0.032	Jugendlicher, normale braune Leber, ZL Hirntrauma
1150	41	0.032	bläß-braune anämische Leber, Verbluten nach außen
1137	68	0.034	gelb-braun, RHV bei Lipomatosis cordis, 10% ÜG
1121	73	0.040	dunkelbraun-rote Stauungsleber, beginnende Pneumonie 26%ÜG
1153	80	0.042	dunkelbraun-rot, Erhängen
1070	17	0.051	dunkelbraun-rot, Ersticken
1063	22	0.053	bläß-braun, Ersticken
1071	70	0.053	gelb-grau-braun, Zirrhose, ZL Hirntrauma, 26%ÜG, 3,5 Tage
1109	50	0.058	braun-rot, Ertrinken
1090	55	0.066	gelb-braun, tox. HV bei Weichteildefekten, 55%ÜG, 11 Tage
1115	42	0.069	gelb-grau, ZL Trauma, 31%ÜG, 8Tage
1157	39	0.072	gelb-braun, frischer Coronarverschluß bei Coronarsklerose
1146	8	0.074	Kind, normale braun-rote Leber, anatomisch nicht nachweis.
1151	24	0.072	braun, 14% Untergewicht, ZL Schädelbruch
1145	14	0.080	Jugendlicher, braun-rot, ZL Bruch 3.HWS, 60 min
1067	19	0.082	braun-rot, ZL Kohlenmonoxyd, 12% Untergewicht
1114	60	0.082	grau-braun, ZL Schädelbrüche, 45%ÜG
1135	18	0.085	bläß-braun, ZL Hirnverletzung
1132	51	0.085	gelb-braun, traumatischer Schock
1170	u.1	0.085	Säugling, grau-braun, Pneumonie
1134	72	0.085	dunkelbraun-rot, deutlich verleinert, anatomisch nicht n.
1147	57	0.090	normale braun-rote Leber, Erhängen
1084	26	0.093	dunkelbraun-rot, 36% Übergewicht
1118	35	0.093	gelb-grau-braun, schwere Leber, HV bei fleischiger Pneumo.
1128	30	0.093	grau-gelb, Pneumonie, 11 Tage
1126	79	0.098	braun-rot, ZL Hirnverletzung, 2 Tage
1140	26	0.098	braun, ZL Hirnverletzung, 15% Untergewicht

1148	69	0.101	♀	braun-muskat, HV Pneumonie bei Infarkten, 22 Tage
1152	53	0.101	♀	gelb-grau-braun, RHV bei HWS Bruch
1162	79	0.101	♀	grau-braun, Pneumonie
1174	76	0.101	♀	braun-rot
1154	76	0.101	♀	gelb-braun, anatomisch nicht nachweisbar, 66% Übergewicht
1062	20	0.104	♀	blau-braun, Herzertrümmerung rechts, 35% Übergewicht
1144	79	0.109	♀	gelb-braun, ZL Hirnverletzung
1060	81	0.110	♀	braun-muskat, HV Pneumonie
1149	29	0.112	♂	Alkohol, braun, Ertrinken
1122	20	0.114	♂	Alkohol, braun-rot, ZL Hirnverletzung, schwere Leber, 44%ÜG
1123	20	0.114	♂	Alkohol, grau-braun, Verbluten Aortariß
1116	57	0.128	♂	Fettleber, braun-rot, ZL Hirnblutung
1089	68	0.128	♂	braun-rot, Erstickten Thoraxkompression
1142	52	0.130	♂	Alkohol, blau-braun, Trauma Herzruptur
1158	57	0.133	♂	gelb-braun, ZL Schädelbrüche, 16 Tage überlebt
1088	47	0.133	♂	Alkohol, braun-rot, Erhängen
1064	39	0.136	♂	Fettleber, blau-braun, ZL Schädelzertrümmerung, 32%ÜG
1136	48	0.136	♂	Fettleber, gelb-grau-braun, Erstickten
1161	65	0.138	♀	gelb-braun, Coronarverschluß, 25% Übergewicht
1156	16	0.189	♀	deutliche Fettleber, gelb-braun, ZL Hirnverletzung, 8 Tage
1139	48	0.226	♀	massive Fettleber, gelb-braun, ZL Schädelerschuß, 24% ÜG
1124			♀	faulig

3. Arten der Leberverfettung mit Zuordnung von Fehlerquote und Extinktionswert.

Betrachtet man die Reihe der Extinktionswerte im vorangehenden Kapitel, so zeigt sich ein hoher Übereinstimmungsgrad zwischen Erwartungswert und tatsächlichem Extinktionswert, was für eine große Genauigkeit der Methode spricht. Deshalb dürfte der erhebliche Fehler (Variationskoeffizient) mancher Schnitte in der Gewebestruktur der Präparate selbst zu suchen sein.

Aus diesem Grund wurde das Untersuchungsgut unter Berücksichtigung der strukturverändernden Einflüsse der Lebensweise bzw. Todesursache überprüft.

An der Leber lassen sich folgende Veränderungen feststellen:

Verfettung

1. zentrale Verfettung: Sie wird besonders durch hypoxische Schäden verursacht. Hier sind die Todesursachen Ersticken, Ertrinken, Erhängen, zentrale Lähmung bei Kohlenmonoxydvergiftung, cardiogener und traumatischer Schock einzuordnen.
2. periphere Leberverfettung: Sie tritt bei Intoxikationen (Alkohol) und erhöhten Antransport von Fettstoffen (Übergewicht) auf.
3. diffuse Verfettung: Groß- oder feintröpfig. Jedes Mißverhältnis zwischen der Menge an Triglyzeriden (z.B. alimentäres Überangebot) oder Protein (Hunger, Unterernährung), darüber hinaus Infektionen. In dieser Aufstellung Fälle mit einem Untergewicht von unter 10% und bei Todesursache Pneumonie.

1. Ersticken

S-Nr.	ΔE	V%
1070	0.051	7
1063	0.053	8

Erhängen

S-Nr.	ΔE	V%
1153	0.042	9
1147	0.090	4

Ertrinken

S-Nr.	ΔE	V%
1117	0.021	19 %
1149	0.112	12
1109	0.058	27

Kohlenmonoxyd

1067 | 0.082 | 4

Cardiogener Schock

S-Nr.	ΔE	V%	Todesursache
1137	0.034	11	RHV bei Lipomatosis cordis
1152	0.101	9	RHV bei HWS Bruch
1161	0.138	3	Coronarverschluß
1062	0.104	7	Herzzertrümmerung

Traumatischer (hypovolämischer) Schock

S-Nr.	ΔE	V%	Todesursache
1132	0.085	14	Traumatischer Schock
1126	0.098	18	ZL Hirnverletzung
1135	0.085	14	ZL Hirnverletzung
1140	0.098	20	ZL Hirnverletzung
1143	0.032	25	ZL Hirnverletzung Kind
1114	0.082	56	ZL Schädelbruch
1158	0.133	28	ZL Schädelbruch
1115	0.069	26	ZL Schädelbruch
1144	0.109	15	ZL
1116	0.128	10	ZL Hirnblutung
1122	0.114	26	ZL Hirnblutung
1123	0.114	26	Verbluten Aortaabriß
1142	0.130	30	Herzruptur
1150	0.032	25	Verbluten nach außen

2. AlkoholErtrinken, Erhängen

S-Nr.	ΔE	V%
1149	0.112	12
1088	0.133	18

Trauma

S-Nr.	ΔE	V%
1122	0.114	26
1123	0.114	26
1142	0.130	30

Übergewicht

S-Nr.	ΔE	V%	%ÜG
1174	0.101	11	20
1136	0.136	0	23
1139	0.226	5	24
1152	0.101	9	24
1161	0.136	2	25
1064	0.136	5	32
1062	0.104	7	35
1084	0.093	9	36
1154	0.101	4	66

mit Trauma

S-Nr.	ΔE	V%	%ÜG
1144	0.109	15	20
1115	0.069	26	31
1114	0.082	56	45

mit Zirrhose

S-Nr.	ΔE	V%	%ÜG
1121	0.040	20	26
1071	0.053	7	26
1115	0.069	26	31
1090	0.066	6	55

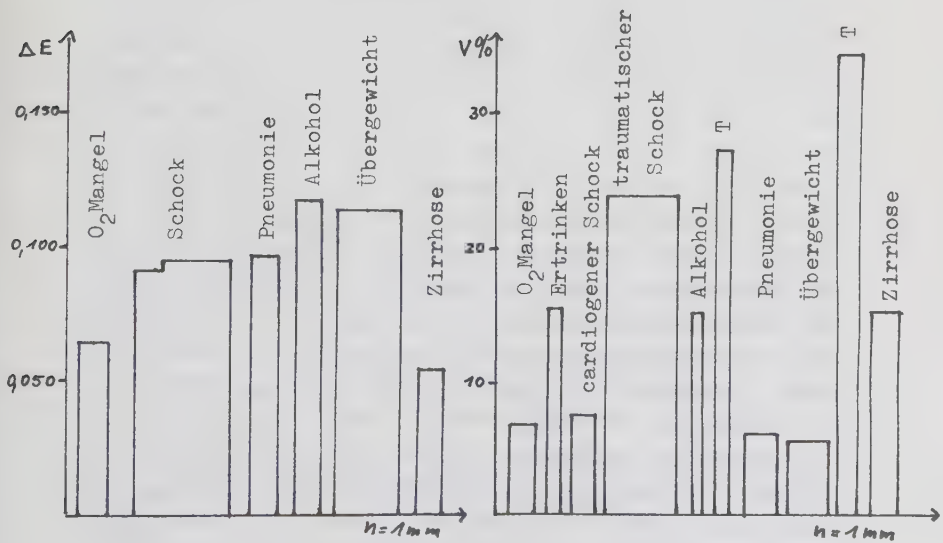
3. Untergewicht

S-Nr.	ΔE	V%	%ÜG	Bemerkung
1067	0.082	4	-12	
1117	0.021	19	-10	Kind
1143	0.032	25	-10	Kind, Trauma
1140	0.089	20	-15	Trauma
1151	0.072	28	-14	Trauma

Pneumonie

S-Nr.	ΔE	V%	Bemerkung
1170	0.085	4	Säugling
1128	0.093	4	
1162	0.101	3	
1060	0.110	7	
1148	0.101	11	HV Pneumonie bei Infarkten

Mittlerer E Wert ohne Kinder	Art der Leberveränderung	Mittlerer Fehler
0.116	Übergewicht	5,7
	Übergewicht/Trauma	32,3
0.057	Übergewicht/Zirrhose	14,7
0.120	Alkohol	15
	Alkohol/Trauma	27
0.069	Ersticken, Erhängen, CO	6,4
	Ertrinken	19,3
0.094	Cardiogener Schock	7,5
0.093	Traumatischer Schock	24
0.081	Untergewicht	-
0.098	Pneumonie	5,8



Aus der vorangegangenen Abbildung zeigt sich eine Zunahme der Leberverfettung bei über 20% Übergewicht und bei Alkohol in der Anamnese. Pneumonie und Schock liegen um den mittleren Extinktionswert wobei in beiden Gruppen die drei Fettlebern enthalten sind, so daß sich hier sowohl verfettete als auch normale Lebern finden. Das Kollektiv Ersticken, Erhängen, CO und Ertrinken dürfte wohl die am wenigsten veränderten Lebern aufweisen, und damit dem wahren Extinktionswert der normalen Leber am nächsten kommen. Alle angeführten Zirrhosen (Stauungs-, billäre) waren in unserem Falle mit Übergewicht verbunden und stellten die Gruppe mit dem geringsten Extinktionswert dar.

In dem zweiten Diagramm wird der Fehler der Schnitte aufgegliedert nach den einzelnen die Leber verändernden Faktoren angegeben. Es zeigt sich, daß bei diffuser Verfettung wie sie bei einer Pneumonie oder auch bei Übergewicht angenommen werden kann, der Fehler mit unter 6% am geringsten ist. Bei peripherer oder zentraler Verfettung liegt der Fehler um die 15%. Bei unveränderter Leber, wie sie sich bei Ersticken, Erhängen und Kohlenmonoxydvergiftung findet, bei 6%, erstaunlich hier Ertrinken mit 20%. Während sich beim cardiogenen Schock der Fehler mit 7,5% relativ niedrig hält, erreicht er beim traumatischen (hypovolämischen) Schock mit 24% seinen absolut höchsten Wert. Dies ist durch das pathophysiologische Schockgeschehen zu erklären: Beim hypovolämischen Schock kommt es in der Leber zu einer Minderdurchblutung und daraus zu einer Anhäufung saurer Stoffwechselprodukte. Dies führt zu einer hypoxischen metabolischen Azidose sowie intrazellulär zu einer Verarmung an energiereichen Verbindungen, bedingt durch eine Schädigung der Organellen. Diese Veränderungen führen zu einer zentralen Verfettung, Vakuolisierung und hypoxischen Läppchennekrose. (11)

ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION DER ERGEBNISSE

1. Ziel der Arbeit

Aufgabe dieser Arbeit war es auf photometrischer Basis ein standardisiertes System zur Fettgehaltsbestimmung der Leber zu finden und dadurch eine Alternative zur subjektiven Farbangabe zu schaffen. Dies ist mit einer relativ einfachen und gut reproduzierbaren Methode gelungen, deren Grenze allerdings in der strukturellen Beschaffenheit des Lebergewebes selbst gelegen ist.

2. Qualität und Richtigkeit der Methode.

Folgende Faktoren können bei Nichtbeachtung das Ergebnis beeinflussen:

- a) Die Liegedauer in Formalin: eine 5-tägige Liegedauer löst ca. 40% des Fettgehalts aus den Schnitten.
- b) Das Hin- und Herbewegen der Schnitte im Färbebad; dadurch werden die lose im Gewebe hängenden Substanzen herausgeschleudert und das Ergebnis verfälscht.

Die Eigenschaften der Sudanfärbung:

Die maximale Farbsättigung der Schnitte ist nach 150 min erreicht. Es werden alle Fettsäuren mit Ausnahme von Stearin und Palmitin gefärbt. Von den Fettgemischen bleiben Tripalmitin und Oelsäure, jede Mischung von Glycerin mit Cholesterin und Lecithin mit einer gesättigten oder ungesättigten Fettsäure ungefärbt. Farbton: Tristearin graugelb, Glycerin rosa, alle anderen goldgelb.

Die Differenzierung in Alkohol beeinflusst weder durch Einwirkdauer, noch durch die 50% Konzentration das Ergebnis.

Der prozentuale Fehler der Schnitte:

Der mittlere prozentuale Fehler lag bei jeweils drei angefertigten Schnitten um 6,5%. Für die einzelnen Schnitte war der Variationskoeffizient sehr unterschiedlich und stand im Zusammenhang mit der Art der Lebergewebsveränderung. So ergab sich für diffus verfettete und unveränderte Lebern ein Fehler von 6%, für zentral und peripher verfettete ein Fehler von 15% und für die Leber nach hypovolämischen Schock ein Fehler von 24%.

3. Einwirkungen von Lebensalter, Geschlecht und Körperbau auf Lebergewicht und Extinktion:

Extinktion und Lebergewicht steigen bis zum 25. Lebensjahr an, die Extinktion bleibt dann gleich und nimmt im Alter ab 65 etwas ab, das Lebergewicht erreicht zwischen 30 und 55 seinen Gipfel und nimmt im Alter kontinuierlich ab. Das relative Lebergewicht dagegen ist nach der Geburt am höchsten, nimmt bis zum 25. Lebensjahr ab und bleibt dann gleich.

Die Extinktionswerte der Frauen liegen geringfügig niedriger als bei den Männern, dieser Unterschied ist aber statistisch nicht signifikant und kann deshalb vernachlässigt werden. Das mittlere Lebergewicht der Frauen lag um 1550 g, das der Männer um 1770 g. Zwischen Lebergewicht und Körpergewicht besteht ein linearer Zusammenhang.

4. Abhängigkeit von der Lebensweise:

Bei Übergewicht steigen relatives Lebergewicht und Extinktionswert bis 20% Übergewicht kontinuierlich an und bleiben dann gleich. Der Extinktionswert der Gruppe ab 20% Übergewicht ist gegenüber dem Normalkollektiv erhöht. Bei Untergewicht nimmt der Extinktionswert mit zunehmendem Untergewicht zu. Insgesamt liegt der Extinktionswert im Normalbereich.

Bei der Gruppe mit Alkohol in der Anamnese hat die Extinktion von über 0,110 einen erhöhten Wert.

5. Abhängigkeit von der Todesart:

Lebergewicht:

Da der Blutgehalt ca 50% des Lebergewichts bedingt, findet sich zwischen blutreicher Stauungsleber um 1850g, wie sie bei Rechtsherzversagen, und anämischer Leber um 1370g, wie sie bei Verbluten vorkommt, ein Unterschied von 500g. Durchschnittliches Lebergewicht bei Pneumonie 1950g. Das Lebergewicht bei zentraler Lähmung und bei Ersticken, Ertrinken liegt um 1740g. Fettlebern finden sich in einem Gewichtsbereich von 1500 -1800g. Schwere blutreiche und zirrhatische Lebern um die 2400g.

Extinktionswerte:

Alle Fälle wurden nach der im Sektionsprotokoll angegebenen Todesursache aufgegliedert. Dies erwies sich aber als problematisch, da bei der gleichen Todesursache verschiedene oder mehrere leberverändernde Faktoren wirksam werden können. Deshalb wurde dieser ersten Gruppe eine nach leberpathologischen Gesichtspunkten variierte zweite Gruppe gegenüber gestellt.

Gruppe I		GruppeII (alle sofort tot, ohne Kinder)	
Zentrale Lähmung:		Traumatischer Schock	0.093
sofort tot	0.097		
überlebt	0.109		
Herzversagen	0.082	Cardiogener Schock	0.094
Pneumonie	0.091	Pneumonie	0.098
Ersticken/Ertrinken	0.086	O ₂ Mangel: Ersticken, CO Erhängen, Ertrinken	0.069

In Gruppe I zeigt sich eine Zunahme des Extinktionswertes bei zentraler Lähmung/überlebt und ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen zentraler Lähmung und Ersticken/Ertrinken.

In Gruppe II, in der alle extremen Werte (ausgesprochene Fettleber / Kinder) weggelassen wurden, findet sich dieser Unterschied noch ausgeprägter und verdeutlicht den Extinktionsanstieg von der unveränderten Leber zu Zuständen beginnender Verfettung.

LITERATURVERZEICHNIS

- | | |
|--------------------------------|--|
| Bürger, M. (10) | Altern und Krankheit
Thieme Verlag (1954) |
| Clauß - Ebner (5) | Grundlagen der Statistik
Verlag Harri Deutsch (1977) |
| DeLand, F.H., North, W.A. (9) | Relationship between liver
size and body size. Radiology,
91, 1195 (1968) |
| DeLeeuw, F.R. | Aging Changes in the Rat liver
Delft. (Diss. ext. 2/17933) (1971) |
| Kaufmann, C. / Lehmann, E. (1) | Zur Technik der Sudanfärbung
Z. mikr.-anat. F. 16, S. 586-597
(1929) |
| Kaufmann, C. / Lehmann, E. (2) | Sind die in der histologischen
Technik gebräuchlichen Fett-
differenzierungsmethoden spezi-
fisch? Virch. Arch. 261,
S. 623-648 (1926) |
| Kaufmann, C. / Lehmann, E. (3) | Kritische Untersuchungen über
die Spezifitätsbreite histo-
chemischer Fettdifferenzier-
ungsmethoden. Zbl. Path. 37,
S. 145-152 |
| Rössle, R. / Roulet, F. (8) | Maß und Zahl in der Pathologie |

- | | |
|--------------------------------|--|
| Romeis, B. | Mikroskopische Technik
Oldenburg Verlag (1968) |
| Sandritter, W./Thomas, C. (6) | Makropathologie. Schattauer
Verlag, S. 139 (1975) |
| Spuhler, A. | Spektralphotometrische Farbmessungen und Hämoglobinbestimmungen an Organgefrierschnitten. Diss. München (1974) |
| Smith, L.L./Veragut, U.P. (11) | The liver and shock. Progr. Surg. 4 S. 55 (1964) |
| Starck, D./Frick, H. (7) | Repetitorium anatomicum
Thieme Verlag S. 326 (1972) |
| Stuart, H.A./Klages, G. (4) | Kurzes Lehrbuch der Physik
Springer Verlag S. 294 (1970) |

An dieser Stelle danke ich Herrn Professor Dr. E. Liebhardt für die Überlassung des Themas und seine unermüdliche Unterstützung während der Arbeit.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. W. Spann für die Arbeitsmöglichkeit am Institut für Rechtsmedizin der Universität München. Ihm und allen Obduzenten danke ich für die jederzeit freundliche Unterstützung im Sektionssaal.

Herrn Dr. G. Drasch und Herrn Dr. L. von Meyer möchte ich für die Hilfe und Ratschläge am Spektralphotometer danken und Fräulein Marion Schmitt für die Hinweise im histologischen Labor.

LEBENS LAUF

Name: Eva - Maria Erhard

Eltern: Dr. Ludwig Erhard, Arzt
Dr. Josefine Erhard, geb. Kammerer, Zahnärztin

Geboren am 23. April 1952 in München

Schule: 1958 bis 1962 Volksschule an der Implerstr.
München
1962 bis 1971 neusprachliches Gymnasium am
Anger München
19. 6. 1971 Abitur

Studium: WS 71/72 Beginn des Medizinstudiums an der
Universität München
SS 72 Vorphysikum
WS 73/74 Physikum
April 1978 3. Teil der ärztlichen Prüfung

